



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Y FACULTAD DE
CIENCIAS EXPERIMENTALES**

INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA

**ANÁLISIS DE RENDIMIENTO EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA INJERTADA DE
SANDÍA.**

El alumno:

Manuel Ángel Ruiz Manchón.

Almería, Julio de 2013

Directores:

Dra. María Teresa Lao Arenas.

D. Víctor García Martín-Arroyo.

ÍNDICE

1	INTERÉS Y OBJETIVOS.....	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1	SEMILLEROS HORTÍCOLAS	7
2.1.1	INTRODUCCIÓN.....	7
2.1.2	EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	8
2.1.3	PROBLEMÁTICA DE LOS SEMILLEROS.....	10
2.2	LEGISLACIÓN APLICABLE.....	11
2.2.1	SEMILLEROS.....	11
2.2.2	SEMILLAS.....	14
2.2.3	SUSTRATOS	15
2.3	ESTRUCTURA.....	16
2.3.1	ORGANIZATIVA.....	16
2.3.2	FÍSICA.....	17
2.4	INVERNADEROS Y EQUIPAMIENTO CLIMÁTICO	18
2.5	INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO ESPECÍFICO	24
2.5.1	MESAS DE CULTIVO	24
2.5.2	MAQUINARIA DE SIEMBRA	24
2.5.3	CÁMARA DE GERMINACIÓN	25
2.5.4	TALLER DE INJERTOS	26
2.5.5	CÁMARA Y TÚNELES DE PRENDIMIENTO	27
2.5.6	SISTEMA DE RIEGO.....	28
2.5.7	SISTEMAS PARA LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.....	29
2.6	OTRAS INSTALACIONES.....	31
2.7	MEDIOS DE PRODUCCIÓN.....	32
2.7.1	SEMILLAS.....	32
2.7.2	CONTENEDORES Y BANDEJAS DE CULTIVO	35
2.7.3	SUSTRATOS	39
2.8	CULTIVOS	43
2.8.1	INTRODUCCIÓN.....	43
2.8.2	DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES PRODUCIDAS.....	45
2.9	PROCESO PRODUCTIVO.....	57
2.9.1	INTRODUCCIÓN.....	57
2.9.2	LABORES CULTURALES	59

2.9.3	RIEGO Y FERTILIZACIÓN. FERTIRRIGACIÓN	59
2.9.4	ENFERMEDADES, PLAGAS Y TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS ...	62
2.10	CULTIVO DE CITRULLUS LANATUS.....	85
2.10.1	ORIGEN	85
2.10.2	BOTÁNICA DE LA ESPECIE	86
2.10.3	FISIOLOGÍA DEL CULTIVO.....	90
2.10.4	TÉCNICAS CULTURALES.....	92
2.10.5	PRINCIPALES VARIEDADES.....	94
2.11	INJERTOS.....	98
2.11.1	INTRODUCCIÓN.....	98
2.11.2	INJERTO EN CUCURBITÁCEAS.....	101
2.11.3	TIPOS DE INJERTO.....	104
2.11.4	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNIÓN DEL INJERTO	104
2.12	SEMILLEROS ECOLÓGICOS	106
2.12.1	INTRODUCCIÓN.....	106
2.12.2	REQUISITOS	107
2.12.3	INFRAESTRUCTURAS	108
2.12.4	MATERIALES	111
2.12.5	MANEJO	113
2.12.6	PRODUCCIÓN INTEGRADA EN SEMILLEROS	113
3	MATERIAL Y MÉTODOS	115
3.1	EMPLAZAMIENTO DEL ENSAYO.....	115
3.1.1	DATOS DE LA EMPRESA	115
3.1.2	INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.....	118
3.2	MATERIALES	134
3.2.1	BANDEJAS DE CULTIVO	134
3.2.2	SUSTRATO.....	135
3.2.3	ESPECIES VEGETALES	136
3.3	MÉTODOS.....	136
3.3.1	PROCESO PRODUCTIVO.....	136
3.3.2	OPERACIONES CULTURALES.....	140
3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	150
3.5	PARÁMETROS EVALUADOS	150
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	153
4.1	RESULTADOS DE LOS DATOS CLIMÁTICOS.....	153
4.2	RESULTADOS DEL PROCESO PRODUCTIVO	155

4.2.1	COEFICIENTE DE GERMINACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL EMPLEADO	155
4.2.2	CCIV DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS	158
4.2.3	COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CSI)	160
4.2.4	COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CPV).....	161
4.2.5	COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CT)	163
4.3	ESTUDIO SEGÚN GENOTIPO	167
4.3.1	INFLUENCIA DEL GENOTIPO EN CG	168
4.3.2	INFLUENCIA DEL GENOTIPO EN CCIV	169
5	CONCLUSIONES	182
6	BIBLIOGRAFÍA	183

1 INTERÉS Y OBJETIVOS

El modelo productivo basado en esta horticultura intensiva ha permitido un desarrollo económico y poblacional en Almería sin precedentes en la historia económica reciente de España. Hasta finales de la década de los sesenta del pasado siglo Almería se podía catalogar como una provincia “subdesarrollada” ocupando el penúltimo lugar en el ranking español en términos de PIB per cápita. Sin embargo, con la aparición y posterior desarrollo de la horticultura intensiva la provincia comenzó a presentar unos niveles de crecimiento superiores a la media regional y nacional que le han llevado a ocupar el primer puesto a nivel regional y una posición intermedia a nivel nacional. Paralelamente, la población de la provincia ha crecido de forma espectacular durante los últimos años, convirtiéndose en la segunda provincia española con mayor crecimiento poblacional durante las tres últimas décadas y con mayor tasa de inmigración (Aznar, Belmonte y Bonillo, 2009).

En Almería, el cultivo de sandía se inició en la década de los 60. Desde entonces se ha desarrollado con notables mejoras todo el proceso productivo aumentando la precocidad del cultivo, adelantándose el ciclo de producción y mejorando la rentabilidad del mismo.

En el año 1979 se iniciaron los trabajos con sandía injertada como método de lucha contra enfermedades telúricas, pero no fue hasta 1985, con la aparición de híbridos interespecíficos comerciales japoneses, cuando se controló verdaderamente el problema de la fusariosis, y como consecuencia, el cultivo de la sandía injertada en Almería se empezó a extender de forma progresiva hasta que en 1995 alcanzó una superficie del 85-95 % (Huirtón, Díaz y Camacho, 2000).

Durante las últimas décadas, el bromuro de metilo (BrMe) ha sido utilizado para la fumigación del suelo con la finalidad de controlar la presencia de fitopatógenos en el mismo; Sin embargo, su efecto negativo sobre la capa de ozono trajo consigo la firma del Protocolo de Montreal, el cual estipula una reducción gradual de la producción de BM a partir de enero de 1999, hasta alcanzar el 100% en el 2005. Por tal motivo, el injerto de hortalizas es considerada una estrategia alternativa para el

control de fitopatógenos del suelo que comúnmente son controlados con BrMe (López, 2010).

Debido a la fuerte demanda de plántula de sandía injertada en la zona, a la complejidad del proceso de productivo y al elevado coste (semilla, climatización, mano de obra, instalaciones, materiales, etc.), se planteó el presente ensayo, con el objeto de analizar todo el proceso de producción de sandía injertada, para poder estimar las pérdidas y la duración de cada fase del proceso, y poder optimizar así el proceso de producción para siguientes campañas.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 SEMILLEROS HORTÍCOLAS

2.1.1 INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se entiende por semillero una parcela de cultivo con la suficiente protección para llevar a cabo la germinación de semillas y el cuidado de las plántulas en su primer estadio de desarrollo, hasta el momento de trasplante.

Actualmente los semilleros profesionales son empresas de servicios destinadas exclusivamente a la producción de plántulas, con las debidas garantías vegetativas y fitosanitarias, ofreciendo un asesoramiento técnico en la elección de variedades, fechas óptimas de trasplante, seguimiento postransplante (De la Torre, 2003).

Los semilleros hortícolas son un eslabón imprescindible de la cadena productiva que presenta especial relevancia en la horticultura intensiva de Almería debido a la magnitud de sus cifras productivas (Gázquez, 1995).

El empleo de semillas y plántulas procedentes de semillero es un factor básico para la horticultura, por constituir una de las inversiones con efecto multiplicador más elevado, por su significativa y positiva incidencia en la capacidad productiva, resistencia a agentes adversos y calidad de las cosechas. Se produce una transferencia de tecnología desde el laboratorio de investigación al campo de cultivo por medio de las semillas y plantas de vivero (Camacho y Fernández, 2000).

Las razones para producir planta en semillero son: posibilidad de cultivar durante un corto periodo gran cantidad de plantas; de este modo, se puede realizar un control esmerado del cultivo en las plantas durante las primeras fases de desarrollo, que son las más delicadas; se pueden mantener condiciones edafológicas, ambientales y fitosanitarias más controladas que en el exterior; y se pueden seleccionar las plantas por sanidad, características morfológicas, etc., consiguiendo mayor homogeneidad y evitando fallos de nascencia en campo (Pina Lorca, 2008).

2.1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La horticultura intensiva mediterránea de los últimos treinta años ha seguido un desarrollo progresivo. Se ha producido un desarrollo de otros sectores afines, tales como: sistemas de riego, estructuras de invernaderos, plásticos, semillas, fertilizantes, control de clima etc. Paralelamente se ha desarrollado el sector de semilleros hortícolas asociado a la aparición de semillas híbridas y sus precios prohibitivos (Martínez, 2006).

Al inicio del desarrollo los cultivos forzados en invernadero, los agricultores dedicaban la mejor zona de su invernadero a la producción propia de plántulas utilizando el sistema tradicional de almáciga (De la Torre, 2003), para posteriormente trasplantarlas al resto de la finca. Las primeras fases del proceso productivo, la germinación de la semilla y la primera fase de crecimiento de la planta son delicadas, ya que requieren condiciones ambientales y de riego muy precisas, por lo que se generaron progresivamente empresas especializadas en esta fase inicial del desarrollo de los cultivos (Valera *et al*, 2002) . Las superficies de estas parcelas de germinación y crianza era proporcional a la parcela donde había que trasplantar (200-300 veces menor), en función de la estación del año y de la especie (Camacho, 2008).

El primer semillero profesional ubicado en Andalucía se creó en la población de El Ejido (Almería). Desde este momento ha existido un gran avance y desarrollo de nuevas tecnologías; desde la producción de planta en bloques de turba cultivados directamente sobre el suelo, pasando por la producción de planta sobre contenedores multiloculares, principalmente sobre bandejas de distintos materiales y tamaños, cultivadas sobre mesas aisladas del suelo, o directamente apoyadas en éste (De la Torre, 2003), hasta la actualidad con el uso de programadores de riego y de clima, tratamientos fitosanitarios, cámaras de germinación, cámaras de cultivo, cabezales de siembra, etc. (Gázquez, 1996).

En 1992 se crea la Asociación de Semilleros Hortícolas (ASEHOR) que engloba el 90 % de las empresas de la provincia de Almería así como empresas de la provincia de Granada y Málaga dedicadas a la producción de plántulas (Gázquez, 1996). ASEHOR agrupa a 52 semilleros, disponiendo de 75 instalaciones localizadas en su mayor parte en la provincia de Almería, ocupando una superficie de 106 ha (Valera *et*

al, 2002) . Estos datos muestran el desarrollo paralelo de semilleros y cultivos protegidos.



Figura 1. Logotipo ASEHOR.

Los semilleros almerienses producen aproximadamente un total de 1.500 millones de plántulas al año. Por poner un ejemplo de la evolución de sector, la producción de plántulas de tomate en la campaña 97/98 fue de unos 250 millones de plántulas, en la 98/99 unos 280; 300 y 340 millones en las campañas 99/00 y 00/01 respectivamente. El destino de la producción, aparte de cubrir las necesidades del mercado local, son otras provincias españolas y, en menor parte, otros países europeos (Guzmán, 2002).

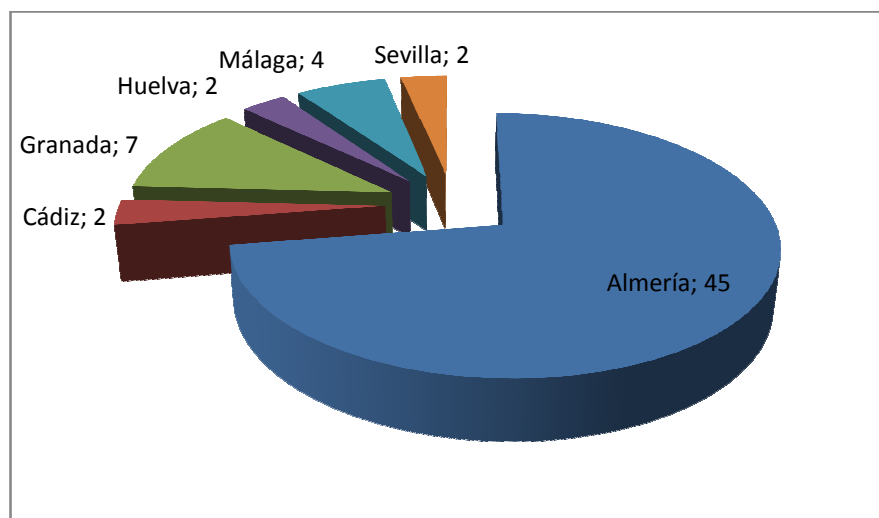


Figura 2. Distribución de los semilleros existentes en Andalucía. Fuente ASEHOR 2005.

Actualmente, el agricultor profesional busca asesoramiento sobre qué especie (variedad más adecuada a las particularidades de su explotación). Los semilleros, además, han ido desarrollando productos innovadores como injertos, “big plant”, etc. Productos que han sido desarrollados antes de que apareciera la necesidad o exigencia por parte de los agricultores. La irrupción de la agricultura ecológica,

consecuentemente, ha hecho adaptar instalaciones y formas de trabajo de este tipo de agricultura (Martínez, 2006).

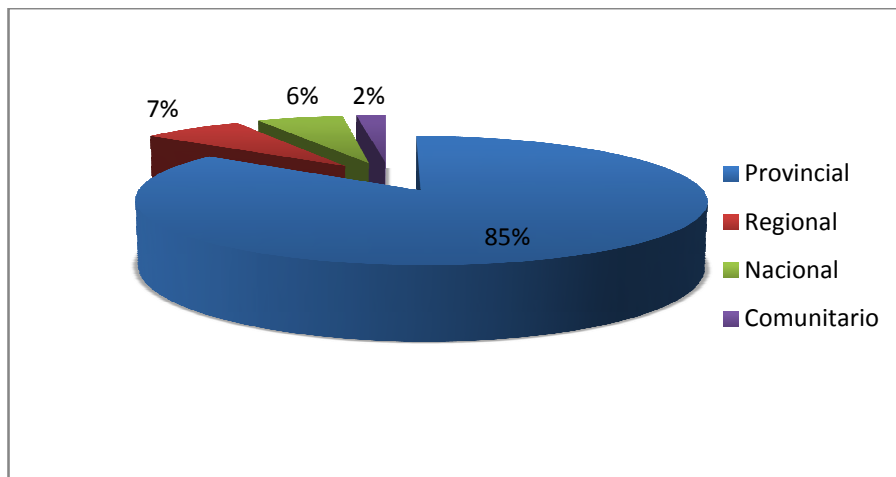


Figura 3. Destino de la producción de plántulas de hortalizas. Fuente: ASEHOR 2005.

2.1.3 PROBLEMÁTICA DE LOS SEMILLEROS

Cuando las plántulas se encuentran en las primeras fases de su desarrollo: germinación, emergencia y desarrollo inicial, son muy susceptibles a la infección por agentes patógenos. Esta anomalía es debida a que los exudados liberados durante la germinación de las semillas permiten la proliferación de patógenos edáficos así como la escasa resistencia constitutiva a las enfermedades de los tejidos jóvenes. .

Estas infecciones que provocan enfermedades desde las primeras fases (germinación y emergencia) hasta que aparece la primera o segunda hoja verdadera se denominan 'Damping-off', y dan lugar a plantas de escaso desarrollo y nulo valor comercial (Camacho, 2003).

Debe de tenerse en cuenta que la enfermedad no solo se manifiesta durante la fase de emergencia, en numerosas ocasiones sus síntomas aparecen una vez que la plántula ha sido trasplantada al invernadero (Avilés y Tello, 2002).

Actualmente, la producción de plántulas tiene cierta complejidad técnica. Según Gómez (1993) los principales aspectos son los siguientes:

- Las casas de semillas ofrecen continuamente nuevas variedades.
- Los horticultores potencian el uso de buenas prácticas agrícolas en detrimento de la aplicación masiva de fitosanitarios.
- Los semilleros están interesados en líneas de negocio que puedan certificar su semillero como “ecológico”.
- El gran desarrollo de los sustratos avanzados como perlita, lana de roca, fibra de coco, cultivos hidropónicos.
- La progresiva automatización de la mayor parte de los procesos.

2.2 LEGISLACIÓN APLICABLE

Además de la legislación que regula la actividad del sector, se debe hacer referencia a la legislación que existe para los sectores de materias primas o productos que influyen de forma directa en la producción de plántulas: semillas y sustratos (De la Torre, 2003).

2.2.1 SEMILLEROS

Los semilleros hortícolas están regulados por una extensa y complicada normativa compuesta por: Directivas de la CEE, Reales Decretos y Órdenes del MAPA y Resoluciones de las distintas Comunidades Autónomas sustratos (De la Torre, 2003).

- Legislación básica de la Unión Europea:
 - Directiva 2000/29/CE del Consejo de 8 de mayo de 2000, relativa a las medidas de protección contra la introducción en la Comunidad de Organismos Nocivos para los vegetales o productos vegetales y contra su propagación en el interior de la Comunidad.
 - Directiva 92/33/CE del Consejo, de 28 de abril de 1992 (D.O.C.E. nº L157 del 10-06-92), relativa a la comercialización de plantones de hortalizas y de materiales de multiplicación de hortalizas, distintos a las semillas.
 - Directiva 93/61/CE de la Comisión, de 2 de julio de 1993, por la que se establecen las fichas que contienen las condiciones que deben cumplir los plantones y

material de multiplicación de hortalizas, distintos de las semillas, de conformidad con la Directiva 92/33/CEE del Consejo.

- Directiva 93/62/CE de la Comisión, de 5 de julio de 1993, por la que se establecen las disposiciones de aplicación para la vigilancia y control de los proveedores y establecimientos, en el marco de la Directiva 92/33/CEE del Consejo.

➤ Legislación básica española:

- Según la Ley 30/2006, se entiende por plantas de vivero las plantas enteras y partes de plantas destinadas al establecimiento de plantaciones, así como los materiales vegetales no incluidos en la definición de semillas y que se utilicen para la reproducción o multiplicación, incluidos los clones.

- Ley 43/2002 de 20 de noviembre, Ley de Sanidad Vegetal (BOE 21/11/2002).

- Orden de 17 de mayo de 1993, por la que se establece la normalización de los pasaportes fitosanitarios destinados a la circulación de determinados vegetales y otros objetos dentro de la Comunidad y por la que se establecen los procedimientos para la expedición de tales pasaportes y las condiciones y procedimientos para su sustitución (BOE 20/05/1993).

- Real Decreto 58/2005 de 21 de enero por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de los organismos nocivos para los vegetales y productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros (BOE 22-01-2005).

- Orden de 28 de octubre de 1994, por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control de la Producción y Comercialización de Plantones de Hortalizas y Material de Multiplicación de Hortalizas, distinto de las semillas (BOE 04-11-94).

- Orden de 9 de marzo de 1992, por la que se establecen las bases fitosanitarias para la producción de plantales de hortalizas y material de reproducción de ornamentales (BOE 17-03-92).

➤ Legislación autonómica:

- Orden de 12 de diciembre de 2001 (BOJA nº 3 del 08-01-2002), por la que se establecen las medidas de control obligatorias así como las recomendadas en la

lucha contra las enfermedades víricas en los cultivos hortícolas.

- Resolución de 11 de mayo de 1992, de la Dirección General de Agricultura y Ganadería de la J. A. (BOJA nº 46 del 28-05-92), por la que se establecen normas fitosanitarias para la producción de plántulas de hortalizas y material de reproducción de ornamentales.

Las Directivas, Órdenes y Resoluciones afectan y obligan al sector semillero a cumplir lo siguiente:

- Deberán estar inscritos en los siguientes registros:
 - Registro Provisional de Productores de Plantas de Vivero.
 - Registro Oficial de Productores, Comerciantes e Importadores de Vegetales.
 - Registro y Autorización para expedir Pasaportes Fitosanitarios.
 - Certificado de Autorización para la venta de Semillas y Plantas de Vivero.
- Disponer de las instalaciones adecuadas:
 - Aislamiento general de las naves de producción.
 - Vados Fitosanitarios (uso de las batas y/o calzas desechables para visitas).
 - Ventilaciones cubiertas con mallas antiparásitas de menos de 1mm².
 - Perímetro de naves cubierto con material impermeable de al menos 1m de ancho.
 - Instalación de desinfección de módulos, bandejas y material auxiliar.
- Utilizar semillas debidamente registradas y autorizadas.
- Desinfección mínima dos veces al año de las instalaciones.
- Mantener al máximo higiene y limpieza en todo el proceso de producción, naves adyacentes y almacenes.
- Mantener un Registro constante de las semillas sembradas (especie, variedad, cantidad, nº lote, entidad productora), de al menos durante un año.
- Llevar un Libro de Registro de tratamientos fitosanitarios y abonados realizados manteniéndolo al menos durante un año.
- Adoptar las medidas necesarias que garanticen la calidad fitosanitaria de semillas, turbas, agua, bandejas y otros medios de producción, informando de

cualquier tipo de anomalía extraña que se presente.

- Expedir el Pasaporte Fitosanitario de todas las plantas que salgan para su trasplante.
- Disponer de un Técnico Titulado, responsable del Control Fitosanitario.

2.2.2 SEMILLAS

- Legislación de la Unión Europea:
 - Directiva 2000/29/CE del Consejo de 8 de mayo de 2000: Relativa a las medidas de protección contra la introducción en la Comunidad Organismos Nocivos para los vegetales o productos vegetales y contra su propagación en el interior de la Comunidad.
 - Decisión 2004/200/CE: Decisión de la Comisión de 27 de febrero de 2004, medidas contra la introducción y propagación en la comunidad del virus del mosaico de pepino. Desde 3 de Marzo de 2004 (DOUE 02-03- 2004).
 - Directiva 70/458/CEE del Consejo de 29 de septiembre de 1970, relativa a la Comercialización de Semillas Hortícolas.
 - Directiva 90/654/CEE del Consejo, (Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L353 del 17-12-1990) que modifica la anterior directiva 70/458/CEE, relativa a la Comercialización de Semillas Hortícolas.

Dicha Directiva no especifica los controles que se deben de realizar sobre la calidad fitosanitaria de la semilla (virus, hongos o bacterias), siendo las propias productoras y/o comercializadoras las que garantizan una calidad “estándar” en términos de germinación y pureza, así como los tratamientos realizados de desinfección (De la Torre, 2003).

- Legislación española:
 - Ley 30/2006 de Semillas y Plantas de Vivero y Recursos Filogenéticos.
 - Reglamento General sobre Producción de Semillas y Plantas de Vivero.
 - Ley 43/2002 de 20 de Noviembre, Ley de Sanidad Vegetal (BOE 21-11-2002).
 - Orden de 17 de mayo de 1993 por la que se establece las obligaciones a las que están sujetos los productores, comerciantes e importadores de vegetales,

productos vegetales y otros objetos, así como las normas detalladas para su inscripción en un Registro Oficial (BOE 20-05-1993).

- Real Decreto 58/2005 de 21 de enero por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales y productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros (BOE 22-01-2005).

- Orden de 1 de julio de 1985 MAPA, por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Plantas Hortícolas.

2.2.3 SUSTRATOS

La mayor parte de los materiales utilizados como sustratos para la germinación y desarrollo de las plántulas son turbas de importación, perlita, vermiculita, fibra de coco o bloques de lana de roca, sobre los cuales no existe un control de calidad y fitosanitario, y una legislación específica que regule dicho sector (De la Torre, 2003).

La normativa existente al respecto es muy escasa y poco clara:

- Normativa sobre Turbas y Substratos MAPA, 1987 (BOE nº 146 de 19/07/91).
- Real Decreto 2071/93, MAPA (BOE nº 300 de 16/12/93).
- Decisión De La Comisión de 15 de diciembre de 2006 por la que se establecen criterios ecológicos revisados y los requisitos correspondientes de evaluación y comprobación para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a sustratos de cultivo.
- Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo.
- Real Decreto 1039/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo.

Los productos como: turbas, perlita, vermiculita, etc., se encuentran registrados por el MAPA en el registro de Productos Fertilizantes y Afines (De la Torre, 2003).

2.3 ESTRUCTURA

Según López-Aparicio (2005), existe una gran variabilidad entre semilleros. Encontramos distinto grado de tecnificación, otros que ofertan sólo el servicio de crianza de la planta o que venden planta completa, semilleros con una sola ubicación o con múltiples puntos de venta, con estructuras simples o altamente complejas, con base de producción en bandejas de poliestireno o en tacos de turba prensada.

El fin de todos ellos es la producción de plántulas hortícolas de calidad, aunque existen diferencias en su organización. Podemos diferenciar dos tipos de estructuras: física y organizativa.

2.3.1 ORGANIZATIVA

El organigrama de las empresas suele ser piramidal, si bien es cierto que la jerarquía puede ser más o menos rígida (figura 4).

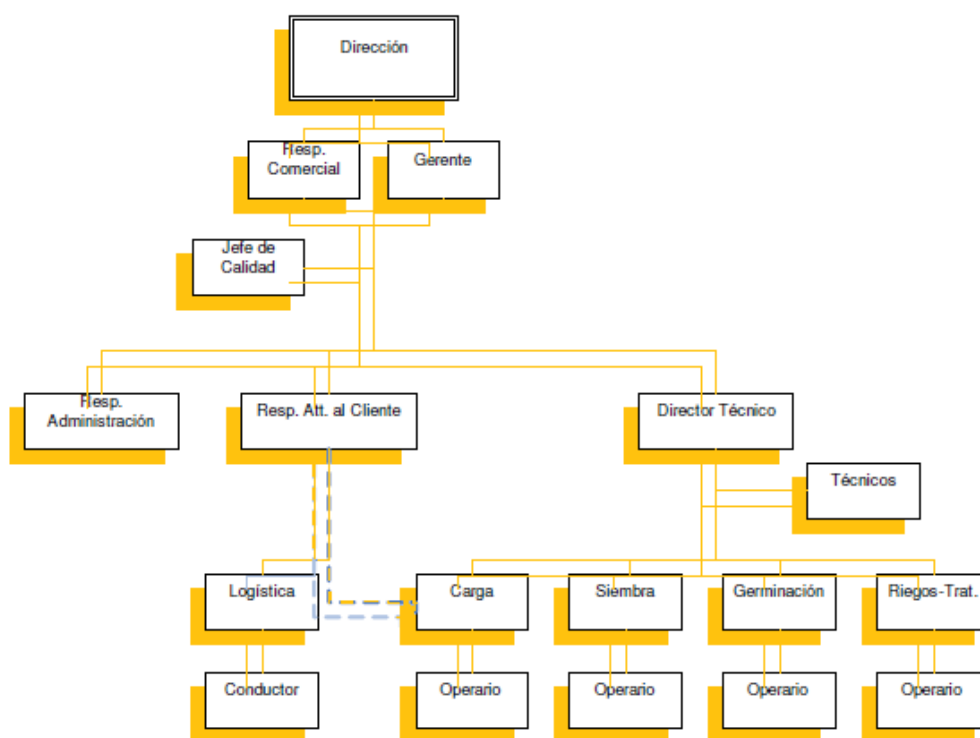


Figura 4. Organigrama general de un semillero.

Evidentemente, en empresas pequeñas una persona se encargará de varias funciones de las reseñadas en la figura, sin embargo, en empresas grandes existirá un mayor grado de especialización.

La figura de la dirección puede adoptar formas muy diversas, desde un administrador único hasta una sociedad cooperativa. Mayoritariamente el día a día de la gestión se encuentra delegado en la figura del Gerente, que junto con el Responsable Comercial son los encargados de ejecutar las directrices marcadas por la Dirección.

Actualmente, el “Jefe de Calidad” es imprescindible, acorde con las exigencias de los protocolos de calidad. El Director Técnico es responsable del Departamento de Producción. Este departamento está íntimamente relacionado con el de Atención al Cliente, que es el encargado de recepcionar pedidos, organizar la logística del transporte, etc.

2.3.2 FÍSICA

El semillero especializado es una empresa dedicada a ofrecer servicios, por tanto el lugar de implantación debe pensarse como situación estratégica. El acceso es un factor de vital importancia, lo ideal es que se ubique cerca de un nudo de comunicaciones y, con caminos asfaltados. La finca debe permitir realizar infraestructuras complementarias de edificios, aparcamientos, etc. También es necesario que el lugar elegido tenga acceso a la red eléctrica y. esté dotada de agua de buena calidad.

En función del volumen de negocio que se prevea (número de plantas, tipo de plantas y/o volumen de ventas), se realizará el estudio de superficies, tanto de las zonas de producción como de equipamientos complementarios tales como oficinas, embalses, aparcamientos, etc.

Según Cerdá y Camacho (2005), en el diseño y dimensionamiento de las instalaciones deben de contemplarse distintas áreas:

- Área de recepción del personal y de oficinas (clientes y proveedores).
- Área de almacenaje de insumos.

- Área de siembra y pregerminación.
- Área de cabezales de fertirrigación y aplicaciones fitosanitarias.
- Taller de injertos.
- Área de crianza de plantas.
- Despacho del producto acabado.
- Lavadero.
- Área de almacenaje de bandejas.
- Instalaciones complementarias y maquinaria complementaria necesaria.

2.4 INVERNADEROS Y EQUIPAMIENTO CLIMÁTICO

El semillero se establece bajo invernadero, para controlar los cambios de temperatura, la humedad relativa, la entrada de agua de lluvia, las plagas, las enfermedades y la entrada de animales.

Para la producción de plántulas se deben establecer las condiciones adecuadas de luz, temperatura y humedad, tanto externas como internas, puesto que una ligera modificación de estos factores, influye directamente a la producción y afecta a todos los demás parámetros.

Según De la Torre (2003), deben diferenciarse los dos grandes periodos para el acondicionamiento del microclima interior de las instalaciones. En la zona de producción de Almería coinciden con ciclos de producción de plantas distintos:

- Periodos cálidos: primavera -verano (abril - septiembre).
- Periodos fríos: otoño - invierno (octubre - marzo).

Según Camacho (2008), en estas instalaciones quedan plenamente justificadas las inversiones en equipos de control activo del clima y la utilización de invernaderos multitúnel o de tipo industrial. Estos armazones permiten aumentar las luces ente apoyos y conforman invernaderos más herméticos. Ambos aspectos son de interés especial en el caso de los semilleros.

Los primeros semilleros que se hicieron en la provincia de Almería tenían estructuras de “invernadero tipo parral mejorado”; en estas instalaciones se pudieron

ver por primera vez los “invernaderos raspa y amagado” de alturas superiores a los 4,5 m en la cumbre (Camacho, 2008). Este tipo de estructuras totalmente industrializadas, precisan de una buena nivelación del terreno (muy importante también para la posterior colocación de las banquetas de cultivo o cajas directamente sobre el suelo) y una cimentación de los anclajes. Dicha estructura esta realizada a partir de bandas de acero galvanizado y tornillería básicamente.

Las cubiertas de estos invernaderos también han avanzado y mejorado; en un principio se empleaban filmes de PE normales, de duración dos campañas. Actualmente se utilizan plásticos térmicos tricapa de duración tres-cuatro años y antigoteo.

La última novedad es colocar doble cubierta en techo con cámara hinchable para regular de temperatura y bandas perimetrales de placa semirrígida transparente de PVC, Polimetacrilato o Policarbonato. También existen invernaderos de reciente construcción con cubierta rígida de cristal transparente, sobre estructuras multicapilla simple o doble (De la Torre, 2003).

Independientemente del origen de una planta, los primeros días son los más críticos para su supervivencia. Con el propósito de lograr un porcentaje elevado de supervivencia, se utilizan instalaciones especiales en las que se manejan condiciones ambientales y se proporcionan las condiciones de crecimiento óptimas para el desarrollo de las plántulas (Huertas, 2006).

El óptimo de temperaturas para la mayoría de plantas se sitúa en el intervalo de 20-25° C. Como norma general se ventilará a partir de los 25° C. De cualquier modo, se deberán conocer los requerimientos de cada cultivo, en lo referente a las temperaturas adecuadas para su desarrollo (Aguado *et al.*, 2005).

Tabla 1. Temperaturas medias de máximas en Murcia, junio 1986. Sistemas de sombreado en invernaderos de PE sin cultivo, con apertura lateral continua según Martínez (1987).

TIPO DE INVERNADERO	TEMPERATURA
Aire libre	33.0 °C
Invernaderos sin sombreado	46.6 °C
Invernaderos malla negra exterior del 45%	40.8 °C
Invernaderos malla negra interior del 45 %	50.5 °C

Durante el periodo cálido, la temperatura es excesiva para un óptimo desarrollo de las plántulas y para los trabajadores que deben realizar las labores culturales dentro del invernadero. Los factores que permiten reducir la temperatura son los que se detallan a continuación (Matallana y Montero, 1995):

La iluminación juega un papel muy importante al influir sobre la fotosíntesis y la morfogénesis. Un exceso de iluminación (superior a 900 w m^{-2}), además de ir acompañada por una alta temperatura, disminuye la fotosíntesis e incrementa la transpiración, provocando plantas mal proporcionadas y débiles (Aguado *et al*, 2005).

Existen dos métodos fundamentales para reducir la radiación mediante sistemas de sombreado: encalado y mallas de sombreado.

➤ El encalado consiste en blanquear el plástico del invernadero a base de carbonato cálcico o de cal apagada. Es el sistema más popular y extendido en la horticultura protegida mediterránea. Teniendo en cuenta las precipitaciones donde se sitúa el invernadero se utiliza un producto u otro, ya que el carbonato cálcico se elimina fácilmente por lavado. La principal desventaja de este sistema es que es un sistema estático, por lo que no es posible ajustarlo en función de las condiciones ambientales. Otro inconveniente es la escasa homogeneidad en su aplicación que repercute en grandes diferencias en la luz que llega a las plantas en función de su posición en el invernadero (Matallana y Montero, 1995).

➤ Las mallas de sombreado empleadas en España se componen por regla general de polietileno, aunque pueden encontrarse de otros materiales como polipropileno, poliéster o derivados acrílicos. Existe una gran gama de mallas con

diferentes porcentajes de transmisión, reflexión y porosidad. Para climas cálidos los materiales aluminizados presentan la gran ventaja de reflejar parte de la radiación solar. Siempre que sea posible, deben colocarse las mallas de sombreo en el exterior, aunque se limite la vida útil de la misma y su instalación sea más costosa. Esto es debido a que se mejora el porcentaje de reducción de radiación (Matallana y Montero, 1995).

Dentro de las técnicas de refrigeración empleadas está el cooling system, que consiste en elevar de forma artificial la humedad ambiental del invernadero para que mediante el calor específico de vaporización del agua evacue el calor existente en el invernadero.

El sistema consta del establecimiento de una cortina de agua situada sobre un material poroso en un lateral del invernadero, y en la colocación de unos extractores de aire en el lado opuesto. Eso hace que desde el exterior del invernadero entre aire caliente y seco y, este aire a su paso por la cortina de agua, se convertirá en aire frío y húmedo. El rendimiento de un buen equipo se acerca al 85 % (Matallana y Montero, 1995).

Otro sistema empleado en semilleros es la nebulización fina o “fog system”. Consiste en distribuir en el aire un gran número de partículas de agua líquida de tamaño próximo a 10 micras. Debido al escaso tamaño de las mismas, la velocidad con la que caen es muy reducida, por lo que permanecen suspendidas en el aire del invernadero y se evaporan antes de mojar los cultivos o si se mojan la cantidad de agua es tan pequeña que no daña los cultivos. El sistema presenta boquillas de nebulización que recibe agua a alta presión, la divide en gotas de un tamaño muy reducido y las dispersa a corta distancia. El movimiento natural del aire redistribuye la humedad (Matallana y Montero, 1995).

En los periodos fríos, la iluminación y el mantenimiento de las temperaturas nocturna y diurna en unos niveles óptimos para el desarrollo de las plántulas, se consigue con una buena hermeticidad del invernadero, instalación de buenos cerramientos, aprovechar al máximo la energía solar, colocación de doble techo,

automatizar el cierre de ventanas y el apoyo de un sistema de calefacción (De la Torre, 2003).

La calefacción de un invernadero consiste en producir calor a partir de la quema de algún combustible con el fin de alcanzar la temperatura adecuada para el buen desarrollo de las plantas. Los sistemas de calefacción más comunes son la calefacción con aire y la calefacción con agua (Fernández-Domenech, 2005).

Durante la germinación, la temperatura se suele mantener a 25 °C y posteriormente se baja a 20 °C para prevenir una excesiva elongación de las plántulas. Temperaturas por debajo de 17 °C pueden originar deformaciones en hojas jóvenes y una fuerte reducción en el desarrollo (Welles, 1990).

El sistema de calefacción con agua caliente se basa en una cámara de combustión asociado a un intercambiador de calor de agua. El agua caliente a través de bombas de impulsión crea un sistema de circulación por el invernadero, irradiando calor. El sistema se basa en la recirculación y llegando agua fría con la que se reinicia el proceso en la caldera caldera (Fernández-Domenech, 2005).

Además, como las bandejas de plantas se colocan sobre mesas de cultivo, las tuberías se encuentran por debajo de la zona radical, lo que facilita el desarrollo de las raíces de las jóvenes plantas, muy necesario para cultivos como pepino, pimiento y berenjena (Valera *et al.*, 2002).

Se debe tener en cuenta la cantidad de tubos a instalar dentro del invernadero y la altura a la que los necesitamos. La cantidad de tubos depende del número de unidades de energía que necesitemos para calentar y la altura de instalación debe ser siempre por debajo de las bandejas.

También es usual utilizar generadores de aire caliente por combustión directa, que permiten aumentar la temperatura en zonas localizadas del invernadero sin modificar sustancialmente el ambiente en el resto del invernadero (Valera *et al.*, 2002).

La calefacción con gasoil consiste en que una caldera, donde se produce la combustión, es refrigerada con la corriente de aire generada por un ventilador que pasa directamente al invernadero. Los ventiladores tienen una capacidad de 3000 a 6000 m³ h⁻¹ y la potencia térmica que desarrollan varía entre 20 y 80 Kw (Valera *et*

al., 2002). Es sencilla de instalar pero reseca el ambiente y puede producir quemaduras a las plantas más cercanas si la temperatura del aire es muy alta. La calefacción por aire caliente producido por la combustión de gas propano es semejante a la de gasoil, con la diferencia de que en aquella (aunque la instalación es más compleja) la combustión es directa y produce CO₂ que puede ser absorbido por las plantas y, además, tiene la ventaja de que como no necesita chimenea para la salida de humos al exterior presenta mayor rendimiento calorífico (Fernández-Domenech, 2005).

Un invernadero que se encuentre al completo de su capacidad tendrá una mayor humedad ambiental que absorberá calor del invernadero y por lo tanto disminuirá la temperatura ambiente. Además, en las épocas cálidas los riegos son más frecuentes favoreciendo que las plántulas puedan aumentar su evapotranspiración sin deshidratarse. En términos de balances de energía, se produce un cambio de calor sensible (descenso de la temperatura) por calor latente (aumento del contenido de vapor en la mezcla de aire húmedo).

Los efectos de la humedad relativa alta son diferentes según la especie. Así, una alta humedad relativa reduce el desarrollo en tomate, no afecta al desarrollo en pimiento y favorece positivamente el desarrollo del pepino. No se debe olvidar que con alta humedad relativa hay más riesgo de enfermedades (Welles, 1990).

La adecuada instalación de ventanas permite la renovación del aire del invernadero modificando su temperatura, humedad relativa y concentración de CO₂. No deben estar situadas a la altura de las plántulas para que exista un régimen turbulento y no laminar y nunca superior a 1 ms^{-1} , siendo este valor para algunos cultivos como máximo de $0,6 \text{ m s}^{-1}$ (Leite, 2005). Las ventanas pueden ser cenitales si se disponen en la techumbre o laterales si están colocadas sobre las paredes laterales del invernadero. Se admite que una ventana cenital de una determinada superficie resulta a efectos de aireación hasta ocho veces más efectiva que otra situada lateralmente de igual superficie (Tendero, 2006). Cuando las ventanas se abren, el aire caliente que se encuentra en la parte alta se escapa y es reemplazado por aire fresco (Huertas, 2006).

Un ventilador es igual que un extractor, solo se diferencian en que los podemos utilizar para introducir o desalojar aire de un invernadero. El aire caliente se instala en la parte superior del invernadero, Cuando vamos a introducir aire en el invernadero se

colocan los ventiladores en el punto más bajo de este y, cuando queramos desalojar aire caliente se coloca el extractor en el punto más alto. Se pueden utilizar ventiladores de apoyo para mover el aire en una dirección dentro del invernadero. Es importante que el invernadero esté herméticamente cerrado salvo el lado opuesto del ventilador o extractor.

2.5 INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO ESPECÍFICO

2.5.1 MESAS DE CULTIVO

Según De la Torre (2003), las banquetas o mesas de cultivo, son las estructuras construidas dentro del invernadero, a una determinada altura del suelo (50-70 cm), perfectamente niveladas, donde se colocan las bandejas extendidas, ya pregerminadas, recibiendo las labores y tratamientos necesarios para terminar su ciclo de crecimiento hasta el momento adecuado de su trasplante.

La existencia de banquetas de cultivos, obedece a una serie de ventajas frente a colocar y extender las bandejas en el suelo; estas son:

- Fácil manipulación de bandejas.
- No hay riesgo de encharcamiento.
- Mayor aireación.
- Facilidad de instalar manqueras de calefacción (aire o agua).
- Rapidez en la localización de partidas.
- Mayor comodidad y rendimiento de trabajo.

2.5.2 MAQUINARIA DE SIEMBRA

El proceso productivo de un semillero comienza con la siembra, que se realiza partida a partida, mediante una máquina de llenado y siembra (Valera *et al.*, 2002).

En un semillero hortícola, a excepción de la calabaza utilizada como portainjertos en cucurbitáceas que algunos semilleros aún la siembran a mano, el resto de las semillas, se suele sembrar a máquina. Para conseguir un ahorro económico, nada despreciable en esta labor, así como proporcionar a la semilla las mejores

condiciones agronómicas, para obtener de ella la máxima germinación y homogeneidad en el desarrollo de la plántula (Camacho, 2008).

Existen distintos tipos de máquinas sembradoras empleas en los semilleros hortícolas, la de mayor utilización en el sureste español son las de placa, con un rendimiento de 250-400 bandejas por hora. Otro tipo de máquinas sembradoras, las llamadas sembradoras de rodillo o tambor, alcanzan rendimientos muy buenos de 450-800 bandejas por hora (Valera *et al.*, 2002).

Valera *et al.* (2002) consideran que la siembra manual se realiza cuando las bandejas, por ejemplo las de tacos de lana de roca, no se pueden sembrar mediante maquina, ya que en ocasiones el agricultor desea un tipo de bandeja para el cual no se dispone de cabezal de siembra, o cuando se trata de cultivos o variedades que utilizan dos semillas por alveolo (calabaza, melón, sandía y calabacín). También se requiere siembra manual cuando las semillas son muy pequeñas y no van pildoradas.

Cuando no se puede utilizar la máquina de siembra, antes de introducir las semillas en los tacos en lana de roca, se realiza un riego de saturación para drenar la lana y, una vez realizada la siembra manual, se cubren las bandejas con vermiculita.


Tras el proceso de siembra, las bandejas de semillas pasan a la fase de paletizado, en la cual las bandejas procedentes de la máquina de siembra son apiladas sobre palets de madera.

2.5.3 CÁMARA DE GERMINACIÓN

Es un recinto cerrado que posee unas características similares a una cámara frigorífica, donde se introducen las bandejas recién sembradas y se mantienen durante un tiempo determinado en condiciones óptimas, proporcionando así los parámetros necesarios (temperatura y humedad relativa) para la germinación de distintas especies de semillas y obtener así el mayor porcentaje de plantas viables.

El dimensionamiento y capacidad de la cámara dependerá del volumen de producción previsto del semillero y de las especies a producir (cantidad de bandejas sembradas diarias y días necesarios de germinación) (De la Torre, 2003).

Tabla 2. Datos para la germinación de distintas variedades en la empresa Cristalplant División Semillero, S.L.

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO EN GERMINACIÓN	Código: IT-04.03.5 Revisión 1 Pág 1 de 1
---	--	--

PRODUCTO	TIEMPO DE GERMINACIÓN	TEMPERATURA	HUMEDAD
BERENJENA	3-5 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
CALABACÍN	2-4 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
CALABAZA	3-4 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
JUDÍA	2-3 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
MELÓN	3-4 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
PEPINO	2-3 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
PIMIENTO	4-6 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
SANDÍA C/P	5-6 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
SANDÍA S/P	5-6 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
TOMATE	2-4 DÍAS	23-28 °C	70-95 %
CEBOLLA	(*)	23-28 °C	70-95 %
FRESA	(*)	23-28 °C	70-95 %
LECHUGA	(*)	23-28 °C	70-95 %
COL	(*)	23-28 °C	70-95 %

Nota: (*) No necesitan ser introducidas en la cámara de germinación.

Las partidas de producción Ecológica serán producidas en las Cámaras destinadas a tal fin.

2.5.4 TALLER DE INJERTOS

Es el recinto donde se realiza la técnica de injertado. Es un recinto totalmente separado y aislado del resto de invernadero de producción, donde se mantienen las condiciones climáticas óptimas, tanto para el personal que realiza dicha labor, como para las plantas a injertar. Además, debe de tener sobre las mesas donde se produce la labor, condiciones de alta luminosidad para facilitar el trabajo a las injertadoras (Camacho, 2008).

Se instalarán los medios y técnicas de control climático para mantener los parámetros de temperatura, humedad relativa y luz en los umbrales óptimos.

Existe maquinaria específica para la realización de esta labor, pero son muy pocos los semilleros que las tienen, recurriendo la inmensa mayoría de ellos a la realización manual del injerto. El utillaje necesario para la realización de esta labor

está compuesto por pinzas siliconadas, bandas de plomo, cuchillas, elementos para desinfección de manos y utensilios, etc.

Es conveniente que este taller se ubique cerca del área de siembra y de germinación, y también cercana a los túneles o cámaras de prendimiento, tanto por el ahorro económico relacionado con el movimiento de las plántulas, como por mantener uniformes las condiciones ambientales durante el proceso (Camacho, 2008).

2.5.5 CÁMARA Y TÚNELES DE PRENDIMIENTO

Las cámaras de prendimiento automatizan y regulan las condiciones ambientales: temperatura, humedad e intensidad lumínica. Se componen de un equipo frigorífico, una unidad evaporadora, un armario eléctrico y controladores de temperatura, humedad e intensidad lumínica.

Los túneles de prendimiento son estructuras dentro del propio invernadero que poseen sistemas de climatización y control de humedad. Para controlar la intensidad lumínica, se suele colocar encima una malla de sombreo e iluminación artificial.

Se emplea como primer destino de la planta injertada y tiene como objetivo la cicatrización de la herida y la formación del callo, así como evitar la deshidratación de la plántula mientras se desarrolla el sistema radicular.

Las condiciones climáticas de los túneles de prendimiento se detallan a continuación:

➤ Temperatura. Influye sobre la formación del callo cicatricial. Una temperatura próxima a 25 °C suele ser la óptima; temperaturas superiores a 30 °C o inferiores a 15 °C reducen el éxito del injerto (Duran *et al.*, 2009).

➤ Humedad. Influye sobre la velocidad de cicatrización de las heridas causadas como consecuencias del corte realizado (Duran *et al.*, 2009). Los contenidos de humedad del aire menores al punto de saturación, inhiben la formación del callo y aumentan la tasa de desecación de las células cuando disminuye la humedad. La presencia de una película de agua sobre la superficie de enclavamiento es más estimulante para la cicatrización que mantener al 100 % la humedad relativa. Las

células muy turgentes son más capaces de formar un callo abundante (Hartmann y Kester, 1991).

➤ Oxígeno. Para la producción de tejido de callo es necesaria la presencia de oxígeno en la unión del injerto, debido a que la división y el crecimiento celular van acompañadas de una tasa de respiración elevada (Hartmann y Kester, 1991).

2.5.6 SISTEMA DE RIEGO

El riego de un semillero tiene la misma configuración que una explotación hortícola u ornamental, estando formado por las siguientes unidades básicas: embalse, cabezal de riego, red de alimentación y sistema de distribución de agua. El sistema o forma de distribución del agua de riego será el que nos definirá el llamado “sistema de riego”, encontrando grandes diferencias de uno a otro sistema (riego por inundación, goteo, aspersión, microaspersión, etc.) (De la Torre, 2003).

Los cabezales de riego albergan el grupo de presión (bombas), los sistemas de filtrado y de fertirrigación, el contador de caudal, además de varios depósitos, gestionado por un controlador. En estos depósitos es donde se encuentran las diferentes soluciones nutritivas, que incorporadas al riego nos permiten fertirrigar.

El cultivo de plantas en viveros y semilleros, donde la calidad y el tiempo de formación del producto juegan un papel primordial, debe encontrar en las técnicas de fertirrigación y su automatización, el camino más racional para acometer las operaciones básicas de riego y fertilización de sus productos (Alarcón y Egea, 1999).

Según Montserrat (2005), son varios los sistemas de riego utilizados en semilleros, todos ellos tienen el objetivo común, racionalizar el uso del agua, incidiendo en el control más estricto del riego para generar menor impacto ambiental. A continuación se describen los sistemas de riego más empleados en semilleros hortícolas:

➤ Riego por medio de trenes de riego: es el más recomendable para el riego en plantales en invernadero ya que muestra una mejor uniformidad de riego, además de la posibilidad de realizar tratamientos herbicidas y fitosanitarios a través de

ellos. Consiste en una rampa de riego regulable en altura que discurre sobre una guía, llevando consigo la tubería que conduce el agua. Distribuidas en la rampa, a unos 50 cm de distancia, se sitúan las boquillas pulverizadoras. Su particular diseño permite el riego de forma discontinua a lo largo de su recorrido, pudiendo definirse diversas zonas y el número de riegos dentro de un mismo trayecto (Montserrat, 2005).

➤ Riego localizado con microaspersión: sistema empleado para riegos en contenedor en invernadero. Tiene diversas ventajas respecto a otros sistemas de riego como son la posibilidad de obtener dotaciones de riego diferenciales orientadas a distintos tipos de cultivo, con una gran uniformidad (más del 90%). Como principal desventaja cabe destacar los grandes volúmenes de agua requerida (Montserrat, 2005).

➤ Riego manual: el operario es el encargado de regar con una manguera. La eficiencia y éxito depende únicamente de éste (De la Torre, 2003). Sistema tradicional aún útil y necesario en todo semillero. Su utilidad abarca todas aquellas situaciones de deficiencia que se producen en el día a día, como son el efecto borde, el riego puntual de determinadas plantas en una zona reducida, el llenado de tanques u otros recipientes *in situ*, la limpieza de las propias instalaciones etc. (Montserrat, 2005).

2.5.7 SISTEMAS PARA LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Según De la Torre (2003), además de adoptar todas las medidas profilácticas, medidas culturales y métodos de barrera, se hace necesaria la implantación de un programa de tratamientos fitosanitarios capaz de proseguir y mantener la sanidad y calidad fitosanitaria de las plántulas.

Para ello se dispone de sistemas de tratamientos fitosanitarios, que utilizados solos o conjuntamente nos garanticen la obtención de plantas sanas y vigorosas, estos son:

➤ Inyección proporcional. La instalación de uno o varios depósitos de mezclas y una bomba de inyección correspondiente, son los elementos necesarios para

incorporar los productos fungicidas y/o insecticidas en la red de riego para su distribución.

➤ Pulverización de alto volumen. Sistema tradicional más o menos sofisticado presente en todas las instalaciones; compuesto por: depósito de mezclas, motobomba de presión y red de distribución. La aplicación se realiza con pistoletas de diversas formas y tipo de gota, de alto volumen, pulverizando directamente sobre las plantas cultivadas.

➤ Nebulización de ultra bajo volumen. Los productos fitosanitarios diluidos en un pequeño volumen de agua son distribuidos con una boquilla de alta presión, produciendo una finísima niebla, que uno o varios ventiladores reparten por todo el volumen del invernadero. Son tratamientos generales no localizados de alta eficacia, permitiendo su programación fuera del horario de trabajo y con el invernadero herméticamente cerrado. El sistema dispone de mecanismos como: autolimpieza de boquillas, preventilación, removedor y detector final del producto.

La frecuencia de los tratamientos, las dosis y la mezcla son variables según el patógeno a tratar. Teniendo en cuenta que en semillero serán, normalmente, tratamientos preventivos.

Se diferencian dos periodos diferentes de tratamientos, que coinciden con las campañas de producción:

➤ En la campaña de primavera-verano la incidencia de plagas es muy superior al de enfermedades, ya sean aéreas o de raíz-cuello, además no solamente por el daño directo que realiza sobre las plantas sino por la posibilidad de transmisión y contagio de ciertas virosis de gran importancia y daños.

➤ En la campaña de otoño-invierno la incidencia de plagas es menor debido a que las condiciones climatológicas son adversas para su desarrollo, pero si muy favorables para el desarrollo de diversos hongos que provocan ciertas enfermedades, algunas de gran importancia por los daños causados (De la Torre, 2003).

Ante la necesidad del empleo de plaguicidas para el control de plagas, se impone un uso racional de las mismas teniendo presente que:

- Es necesario conocer el producto más adecuado para tratar en función de la eficacia, la forma de acción, la fitotoxicidad, el efecto residual etc.
- La necesidad de realizar un tratamiento depende del cultivo y de su estado vegetativo, población y estado de plaga.
- Se debe respetar la técnica autorizada para cada producto fitosanitario, así como el tipo de cultivo al que se aplica.
- Se deben seguir las indicaciones específicas de cada producto sanitario que se expresan en las etiquetas de los envases: dosis, plazo de seguridad, toxicología, etc.
- No se recomiendan más de tres productos en la mezcla (incluido mojante) para evitar fitotoxicidades por concentración. De cualquier manera, no se realizarán mezclas sin conocer sus efectos.
- Se recomienda mucha precaución con los productos sistémicos debido a que la plantita está en fase de crecimiento activo y el sistema radicular está confinado en el alvéolo, por lo que la planta debe absorber todo cuanto cae en su receptáculo.
- No se usarán herbicidas en el semillero ni en sus proximidades.

2.6 OTRAS INSTALACIONES

La oficina es el centro de operaciones del semillero. Desde ella se controlan todos los procesos que se realizan en el semillero. Además, es el lugar donde se recibe a los clientes y se realizan las operaciones comerciales, encontrándose aquí toda la información referente a clientes, proveedores etc.

Los semilleros cuentan también con distintos almacenes donde guardar todo el material que se emplea en las instalaciones, así como zonas para el descanso del personal.

2.7 MEDIOS DE PRODUCCIÓN

2.7.1 SEMILLAS

Las semillas son unidades de diseminación y reproducción sexual de las plantas superiores, procedentes del desarrollo de los óvulos de sus flores. Están compuestas de uno o varios embriones, reservas nutritivas y una o varias capas protectoras originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario, de los tejidos de otras partes de la flor e, incluso, de la inflorescencia (Besnier, 1989).

Según Thorat *et al.* (2011) las ventajas de la reproducción sexual de plantas son:

- Es el método de propagación de plantas más fácil y más económico.
- Las plantas que plantean dificultad de propagación como la papaya, coco, cerezas etc. solo pueden ser propagadas mediante semillas.
- Los injertos proceden de plantas obtenidas mediante métodos de propagación sexual.
- Las plantas propagadas sexualmente son más resistentes a enfermedades y pesticidas.
- Un gran número de plantas puede ser producido por este método.
- Variedades poliembriónicas (aquellas que de una semilla se pueden obtener varias plántulas) pueden ser propagadas por semilla. Por ejemplo, Nucellar Ebryo en Nucelar Mosambi (Naranja dulce).

En cambio, y según el mismo autor, existen una serie de desventajas de la propagación sexual que se citan a continuación:

- Las plantas necesitan más tiempo para producir frutos.
- La calidad de las plantas no puede ser mejorada por este método.
- Estas plantas poseen un tamaño considerable, por consiguiente el coste en fertilizante y poda aumenta.

➤ En caso de propagación sexual, no se garantiza la pureza genética del linaje.

Una semilla es buena cuando tiene un alto poder germinativo, que se pierde con el tiempo y sus condiciones de conservación. La longevidad de las semillas varía mucho de unas especies a otras, en las plantas hortícolas suele ser de algunos años. La calidad de un lote de semillas puede verse afectada por diversas causas:

Pureza físico-botánica: indica en qué medida una muestra representativa de un lote de semillas, está formado por semillas intactas y sanas de la especie declarada y/o por eventuales componentes, denominados comúnmente 'impurezas'. Normalmente, las impurezas suelen estar constituidas por piedras, tierra, semillas fragmentadas, restos de origen vegetal y de forma muy especial, por las denominadas 'semillas extrañas', pertenecientes a una o varias especies y/o cultivares diferentes a la especie principal. Se mide en porcentaje respecto al peso de las semillas intactas.

Pureza genética: garantiza que las semillas pertenecen a un único cultivar (variedad comercial), cuyas características genéticas son conocidas y distintas a las de los demás cultivares registrados, sin que existan mezclas entre ellos.

Poder germinativo: expresa el porcentaje de semillas puras que, bajo condiciones favorables de germinación, son capaces de producir plántulas. Indica el potencial máximo de lote que cabe alcanzar como consecuencia de realizar la siembra en condiciones óptimas de todo tipo, pero fundamentalmente de humedad, temperatura y estado sanitario del suelo o del sustrato destinado a la siembra. Es el índice más comúnmente utilizado para estimar la capacidad de germinar de un lote de semillas.

Vigor: pretende dar información acerca de la respuesta y de la homogeneidad que cabe esperar de un lote de semillas cuando se siembra en condiciones que no son completamente favorables para la germinación y nascencia de las plántulas.

Dormición: también se conoce con el nombre de latencia o estado de reposo, de letargo durante el cual las semillas son incapaces de germinar, aún contando con condiciones favorables para hacerlo, especialmente en lo que se refiere a humedad, temperatura, aireación y en algunos casos iluminación.

Homogeneidad: medida de la uniformidad de todos los componentes del lote que responden a las mismas características, preferentemente morfológicas (peso, forma, tamaño, color, etc.). La falta de homogeneidad de un lote puede conllevar problemas en el momento de la limpieza de la semilla, de la siembra o durante la nascencia, lo que normalmente repercutirá sobre su vigor.

Estado fitosanitario: el estado sanitario de las semillas, como vectores o portadoras del inoculo, es de capital importancia a la hora de evitar enfermedades que puede ocasionar importantes pérdidas en los cultivos, algunas de las cuales pueden afectar fuertemente a las plántulas desde los primeros momentos de su establecimiento.

Humedad: junto con la temperatura, son los factores que más influyen sobre la conservación de las semillas durante el periodo de almacenamiento (Sánchez, 2001)

Conservadas en seco, en el estado de reposo vegetativo, las semillas no germinan si no se les proporcionan condiciones de humedad y temperatura adecuadas, La luz solo es indispensable para la germinación de algunas especies. Para una especie dada, hay temperaturas por encima y por debajo de las cuales la germinación no se produce y también hay una temperatura óptima que asegura la germinación en las mejores condiciones. . Las semillas de tomate, necesitan para germinar temperaturas entre 10 y 35 °C, siendo el rango óptimo entre 25 y 27 °C (Thorat *et al.*, 2011).

La respiración es un proceso metabólico de las semillas. Esta tasa en estado de latencia de la semilla es muy baja, aunque requiere algo de oxígeno. La tasa de respiración aumenta durante el proceso de germinación, por lo tanto, el medio en el cual las semillas son colocadas deben estar bien aireadas. Si el oxígeno suministrado durante la germinación es limitado o reducido, ésta puede retrasarse o inhibirse (Thorat *et al.*, 2011).

La introducción en el mercado de nuevas variedades híbridas ha favorecido el desarrollo de semilleros debido al elevado coste de las mismas. A continuación se citan las algunas de las ventajas de estas semillas:

- Mayor uniformidad y simultaneidad de producciones
- Aumento de rendimiento de los cultivos
- Resistencias y tolerancias a los patógenos más comunes cultivos

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

- Mayor calidad de frutos.

Las semillas destinadas a la horticultura profesional normalmente han sido sometidas a tratamientos específicos, manipulación y controles para garantizar la calidad de las mismas (Passoti *et al.*, 2002)



Fotografía 1. Detalle de semillas comercializadas.

2.7.2 CONTENEDORES Y BANDEJAS DE CULTIVO

El método más utilizado para obtener plantas sanas y vigorosas es mediante germinación de la semilla en bandejas plásticas de confinamiento. Según Gil-Muñoz (2005), en líneas generales, las bandejas de semillero proporcionan excelentes funciones y ventajas:

- Son el soporte físico del sustrato donde se van a desarrollar las plantas, desde la germinación hasta convertirse en plántulas aptas para ser trasplantadas.
- El desarrollo radicular está dirigido ya que las cinco venas verticales en cada cono, que permiten un excelente desarrollo radicular con bastantes raicillas secundarias sin espiralización. Esta raíz con desarrollo vertical, sujeta y ancla muy bien la plántula al trasplantarse a campo.

- Debido a su diseño en forma de cono, es muy fácil extraer la plántula sin rotura del cepellón, lo que disminuye el porcentaje de mortalidad de plantas en el campo.
- Trasplante individualizado, mejorando así la homogeneidad en la plantación debido a poder elegir las plantas por tamaños en el momento del trasplante. En el caso de tratarse de semillas correspondientes a lotes heterogéneos, es decir, con bajo vigor germinativo, produciendo plantas de distinto tamaño (Gil-Muñoz, 2005).
- Mejoran la facilidad y rapidez en la manipulación de las plantas por la ventaja de transportar las bandejas en carros y palés.
- Mejoran la germinación de las semillas porque en poco espacio podemos colocar muchas bandejas en la cámara de germinación especial que reúna las condiciones de temperatura y humedad adecuadas con menor coste (Gil-Muñoz, 2005).
- Cada planta puede alcanzar un excelente desarrollo de raíces principales y secundarias ya que cada una tiene su propio espacio de crecimiento sin competir con las demás.
- Al colocar las bandejas sobre las mesas de cultivo, se evita que los conos toquen el suelo y las raíces se peguen a él; al no encontrar suelo las raíces sufren una poda natural y se concentran en el interior del cono. Así mismo, se tiene un excelente drenaje del cono cuando la bandeja está levantada. De esta manera, se tiene disponibilidad permanente del material de siembra y se incrementa la vida útil de las plántulas, las cuales pueden permanecer almacenadas en los semilleros por un periodo prolongado hasta el momento indicado del trasplante. Por otro lado, el desarrollo de malas hierbas en la bandeja es menor, siempre y cuando el sustrato esté bien desinfectado.
- Con la utilización de bandejas se emplea menos área de vivero y se reducen los costes de riego, porque las plántulas se organizan más fácilmente en los surcos y caben más por metro cuadrado.
- Permite un gran ahorro de semillas, ya que en un semillero tradicional se requiere utilizar aproximadamente un 30% más de semilla de la que se va a sembrar en campo para obviar las pérdidas causadas por mala germinación y calidad de las plántulas.

Normalmente se utilizan bandejas de polietileno expandido (porespam) de color blanco; material que posee unas excelentes cualidades termoaislantes, poco peso, bajo coste y gran facilidad de mecanización. Existen también bandejas prefabricadas de plástico rígido de distintos colores, pero con escasa experiencia en la zona en cuanto al manejo y cultivo (De la Torre, 2003).

El poliestireno expandido es un material plástico espumado utilizado en el sector de la construcción, principalmente como aislante térmico y acústico, y para envases y embalajes. Su fabricación no conlleva ningún efecto sobre la degradación de la capa de ozono. Coloquialmente el EPS es conocido como “corcho blanco”.

Una de las ventajas del uso de estas bandejas es su menor coste respecto a las de otros materiales, aunque las fábricas no hablan de garantía. Uno de los inconvenientes que poseen es su baja durabilidad (rotura de bordes y alvéolos) frente a bandejas fabricadas con otros materiales, hecho que recobra menos gravedad con el uso de fundas termoformadas para bandejas (Gil-Muñoz, 2005).

Los distintos tipos de polipropileno y sus combinaciones en las proporciones adecuadas son los que le dan a estas bandejas la propiedad de resistencia y durabilidad. Este material es totalmente reciclable e higienizable respondiendo a la creciente demanda medioambiental.

La durabilidad de estas bandejas es una ventaja ante las bandejas de poliestireno. Otra ventaja añadida es que las condiciones fitosanitarias son mejores aunque también pueden usarse fundas asociadas a las bandejas de poliestireno (Gil-Muñoz, 2005).

Entre las desventajas destacan el coste de adquisición (un semillero medio debe invertir en torno a 200.000 y 260.000 € para producir unas 30 millones de plántulas) y el peso más elevado, que dificulta significativamente el manejo de pequeñas camionetas (Passoti *et al.*, 2002).

Son rígidas para evitar el arqueamiento de la bandeja (fotografía 2). Las uñas de las bandejas facilitan el apilamiento e impiden que las bandejas se muevan en el transporte. Otra ventaja es que proporciona mayor uniformidad final en las plantas de la bandeja debido a que los espacios entre bandejas una vez apiladas, permiten que la distribución del aire/temperatura en la cámara de germinación sea homogénea (Gil-Muñoz, 2005).



Fotografía 2. Detalle de bandejas de polietileno.

Las bandejas de poliestireno expandido que se usan normalmente en semillero presentan una dimensión exterior entre 54-70 cm de longitud y 32-50 cm de anchura, mientras que las compuestas de polipropileno tienen una longitud de 54-70 cm y una anchura de 27 cm (Passoti *et al.*, 2002).

Estas contienen una serie de alveolos de sección troncopiramidal, pues presentan mejores condiciones desde el punto de vista sanitario que los alveolos de sección redonda (González, 1993).

La elección del tamaño del alveolo y densidad de plantación en la bandeja se hará en base al tiempo estimado de permanencia de la planta en el semillero y al estado fenológico deseado. De esta manera, a mayor capacidad de alveolo y menor densidad de plantas m^{-2} , permite más tiempo de estancia al ser mayor la luz recibida entre las plantas y por contener una cantidad de sustrato mayor.

Dependiendo del tipo de cultivo, así como de la época del año, se eligen un tamaño u otro de alveolo. Por ejemplo, para trasplantes de especies en cultivos intensivos al aire libre que requieren un alto número de plantas m^{-2} (cebollas, lechugas etc.) y para trasplantes automatizados destinados a la producción de hortícolas al aire libre, en grandes superficies y donde se minimizan al máximo los costes productivos, lo recomendado buscando siempre la máxima rentabilidad es sembrar sobre bandejas de alveolos pequeños.

En cambio, para trasplantes en cultivos intensivos protegidos interesan en algunos casos alveolos grandes y densidades de plantación bajas en la bandeja para aprovechar más tiempo el cultivo anterior, ahorro de tratamientos fitosanitarios e incluso en caso de tomates llevándose la planta, entutorada, podada, y el primer ramo cuajado desde el semillero.

Una incorrecta selección del tamaño de los alveolos propiciará una excesiva densidad de plantación que ocasionará que las plantas reciban menos luz (amarillez en hojas basales), un aumento de temperatura y una alta humedad, creando un ambiente favorable para el desarrollo de enfermedades (Gil-Muñoz, 2005).

La disposición de los alveolos en las bandejas puede ser de dos tipos, formando una cuadrícula perfecta o disponiendo los alveolos a ‘tresbolillo’ para una menor competencia por la luz solar con lo que ello conlleva.

Una vez concluido el proceso se procede a la colocación de fundas en las bandejas que mejoren la calidad fitosanitaria de la planta. Las fundas son planchas alveolares fabricadas con polipropileno, de dimensiones iguales a las de la bandeja, pero siendo la sección de los alveolos algo menor para introducirlos por encima de la bandeja. La función principal de la funda, que es de un solo uso, es el aislamiento de la planta con la bandeja soporte, evitando posibles contagios de enfermedades y asegurando mayor higiene, obteniendo un sistema radicular sano y potente, facilitando la extracción de las plantas en el trasplante. La colocación de las fundas sobre las bandejas se hace de forma manual por un operario (De la Torre, 2003).

2.7.3 SUSTRATOS

Un sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedor, entendiendo como contenedor cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se halle a presión atmosférica. Desde el punto de vista hortícola, la finalidad de cualquier sustrato es producir una plántula de calidad en el más corto periodo de tiempo con los más bajos costes de producción (Abad *et al.*, 1996; Burés, 1998).

En España, los sustratos más extendidos para la producción de hortalizas son de naturaleza inorgánica tales como lana de roca, la perlita o arena. Por el contrario, en los semilleros para la producción de plántulas hortícolas, se utilizan sustratos de naturaleza orgánica, principalmente turba *Sphagnum* y fibra de coco, debido a sus óptimas cualidades. Sin embargo, el elevado precio de ambos materiales y la fuerte dependencia de los países productores y exportadores, unido al hecho de que la turba es un recurso natural difícilmente renovable cuya extracción provoca la destrucción de zonas de alto valor ecológico, han fomentado el interés de los consumidores de turba por la búsqueda de nuevos materiales, a ser posible autóctonos y con disponibilidad local, como sustitutos de la misma (Carmona y Abad, 2008).

Los sustratos son materiales orgánicos o inorgánicos usados como soporte de las plantas; pueden ser de origen industrial, mineral o agropecuario. Generalmente se emplean mezclados y buscan reemplazar el suelo para evitar los problemas físicos, químicos y biológicos (sanitarios) que éste pueda presentar para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas. Pueden estar compuestos por elementos naturales o modificados por reacciones físicas y químicas, ser totalmente inertes o tener actividad química.

Lo primero a tener en cuenta es que no existe el sustrato ideal desde el punto de vista de su composición. En cada caso varía con factores tales como especie vegetal, condiciones climáticas, tamaño del contenedor, programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. A continuación se describen las características requeridas para un sustrato empleado en semillero (Abad *et al*, 1999, Ganchegui, 2010):

- Propiedades físicas:
 - Elevada capacidad de retención de agua disponible.
 - Suficiente capacidad de aireación.
 - Elevada porosidad total.
 - Textura fina.
 - Fácil de humectar y capacidad para mantener constante la humedad.
 - Estructura estable y fluida que impida la contracción o expansión del sustrato.

- Propiedades químicas:
 - pH ligeramente ácido.
 - Salinidad reducida.
 - CIC de moderada a elevada.
 - Elevado contenido en materia orgánica.
 - Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
 - Mínima velocidad de descomposición.

- Otras propiedades:
 - Exento de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos. y sustancias fitotóxicas.
 - Bajo coste.
 - Fácil de preparar y manejar.
 - Resistencia a cambios ambientales.
 - Homogeneidad.

Los sustratos más utilizados se detallan a continuación:

La turba es el componente orgánico de uso más general en semilleros. Son fundamentalmente vegetales fosilizados (*Sphagnum*, *Tricophorum*, *Phragmites*, *Eriophorum*, etc.). descompuestos de modo incompleto a causa del exceso de agua en condiciones de anaerobiosis (Abad *et al*, 1999). Existen diferentes tipos de turba, dependiendo del origen botánico de los vegetales y las condiciones climáticas durante su formación. Los principales productores de turba son los países del norte de Europa y las naciones bordeando el Mar Báltico. Dependiendo de la vegetación original, del estado de descomposición, del contenido mineral y del grado de acidificación las turbas se clasifican en turba rubia y turba negra. La turba rubia se obtiene en las capas superiores por lo que están menos descompuestas y provienen de restos vegetales del género *Sphagnum*. Tiene una estructura muy fibrosa, un valor de pH de entre 3,5 y 4 y normalmente se utiliza en mezcla con otros materiales, incluyendo la turba negra, para la preparación de sustratos. Como aspectos positivos a favor de la turba rubia pueden citarse la buena capacidad de retención de agua y la buena inercia térmica, y como aspectos negativos que no es un producto homogéneo y su alta capacidad de intercambio catiónico. La turba negra en cambio se obtiene de la capa más profunda.

Se caracteriza por un alto contenido en materia orgánica, de pH entre 6 y 7 y por una retención de agua más cercana a aquellas que son las necesidades reales de las plántulas. Como la turba rubia, tienden a contraerse y perder volumen con la pérdida de humedad, si no se prepara debidamente puede favorecer el desarrollo de las malas hierbas (Passoti *et al.*, 2002).

La vermiculita es un mineral que se compone de silicato hidratado de magnesio. Tiene una estructura trilaminar, que al calentar el material de un modo rápido (a temperaturas cercanas a los 1093 °C) se expande en dirección perpendicular a las laminas. Esto permite que la vermiculita tenga gran capacidad de retener agua en los espacios interlaminares y entre las partículas individuales. Es un material muy ligero y adsorbe gran cantidad de nutrientes; su pH es neutro; tiene buenas propiedades tampón; tiene una capacidad de intercambio catiónico elevada. Sus contenidos en magnesio y potasio, aunque son escasos, son fácilmente disponibles por las plantas (Burés, 1997). El calentamiento a tales temperaturas da lugar a una esterilización perfecta. La vermiculita empleada en horticultura se clasifica en cuatro tamaños (Guerrero y Masaguer, 1997):

- Partículas de 5 a 8 mm de diámetro.
- Partículas de 2 a 3 mm de diámetro.
- Partículas de 1 a 2 mm de diámetro.
- Partículas de 0,75 a 1 mm de diámetro.

La perlita es una roca volcánica vítrea que se muele y cierne. Se somete a una alta temperatura (760 °C), temperatura a la cual se evapora el agua contenida en las partículas, expandiéndose dando un producto ligero. Permite retener agua en superficie e interior, y ofrecer una buena aireación al sustrato; además no contiene microorganismos, siendo completamente estéril por su proceso de obtención. Se trata de un producto muy inerte con pH entre 7 y 7.5. Presenta diferentes granulometrías y una variedad estructural variable que condiciona sus diferentes aplicaciones. El tamaño más pequeño es útil como medio de germinación, mientras que partículas mayores son empleadas para mezclarlas con turbas (Burés, 1997). Es muy útil para incrementar la aireación de las mezclas, ya que tiene una estructura muy rígida.

La lana de roca es sin duda el sustrato más utilizado para el cultivo fuera del suelo. Se obtiene por fusión a aproximadamente 1500 ° C de silicatos de aluminio, de calcio, de magnesio y de carbono y constituye un material estéril y químicamente inerte además de poseer un pH ligeramente alcalino y de fácil neutralización mediante fertirriego. Cuando se añade a otros sustratos es capaz de mejorar la capacidad de aireación y drenaje (Passoti *et al.*, 2002). Entre las ventajas de este sustrato deben destacarse la baja densidad, la estructura homogénea, la inercia química y un relativo buen equilibrio aire-agua, y como desventaja debe citarse la fragilidad de su estructura.

La fibra de coco destaca porque su contenido de nitrógeno es bajo y alto el de potasio; contiene cerca de 2 ppm de boro y debe llevarse hasta 0,2 ppm para utilizarlo en hortalizas, que son muy sensibles al exceso de boro. Tiene un pH de 6,6 y su contenido de sales es bajo por lo que es adecuado para la mayoría de las aplicaciones agrícolas.

El poliestireno expandido se trata de un producto sintético que se presenta en forma de pequeñas bolitas de color blanco, peso reducido, pH neutro, coeficiente de conductividad térmicamente bajo, estructura estable y químicamente inerte. Se emplea para mejorar la aireación mezclado con turba.

2.8 CULTIVOS

2.8.1 INTRODUCCIÓN

El semillero profesional como especialista en su sector, puede realizar el cultivo de cualquier especie hortícola solicitada por sus clientes horticultores. Centrándose en la zona del litoral mediterráneo, las principales especies cultivadas son: pimiento, tomate, berenjena, melón, sandía, lechuga, col china, coliflor, brócoli, apio, etc. E injertos de: sandía, melón, pepino y tomate, distinguiendo dos campañas anuales de producción muy diferenciadas, sobre todo en la horticultura intensiva almeriense. Los porcentajes de siembra de las especies varían anualmente de unas zonas a otras.



Figura 5: Calendario de producción en semilleros.

- Campaña de primavera-verano. Se realizan básicamente seis especies, con sus diferentes tipos de cultivos y multitud de variedades: pimiento, tomate, berenjena, pepino, calabacín y judía verde.
- Campaña de otoño-invierno. Las principales especies más cultivadas son: tomate, pepino, melón, sandía, sandía injertada y col china.

2.8.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES PRODUCIDAS

2.8.2.1 Tomate

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas, y su nombre botánico es *Solanum Lycopersicum*. El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Rick, 1978).

La ramificación es generalmente simpodial, con lo que los ejes sucesivos se desarrollan a partir de la yema axial del eje precedente y la yema terminal da lugar a la inflorescencia o ramas abortivas (Chamarro, 1995).

Cuando la planta crece directamente de la semilla sin sufrir trasplantes desarrolla una potente raíz principal que le permite adaptarse a ecosistemas semidesérticos, pero cuando la raíz principal se daña, como por ejemplo a consecuencia del trasplante, se desarrolla un sistema de raíces laterales adventicias.

El tallo es anguloso, pubescente, con algunos pelos glandulares; al principio su consistencia es herbácea y en estado adulto es leñoso. Las hojas son compuestas, imparipinnadas con 7 a 9 folíolos y una filotaxia de 2/5. La inflorescencia es un dicasio compuesto generalmente por 4 a 12 flores.

Las flores son hermafroditas, actinomorfas y péndulas, de 1 a 2 cm de largo y color amarillo brillante. El fruto es una baya de forma globular, ovoide y aplastada cuyo peso oscila, según variedades, entre 5 y 500 g.

Tabla 3. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de tomate.

Material de partida		
Nº Semillas por gramo		280-300
Duración de la capacidad germinativa de la semilla		4 años
pH óptimo de germinación		6-7
Temperatura óptima de germinación		22-24 °C
Tiempo de germinación		60-72 horas
Profundidad de siembra		0,5-1 cm
Trasplante de plántula		
Características de la plántula	Diámetro alveolo	
	3-4 cm	6-8 cm
Diámetro del tallo	3 mm	5-6 mm
Altura	8-10 cm	12-14 cm
Nº hojas	4-5	6-8
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	80-100 cm	30-50 cm
Ciclo de cultivo	Ciclo corto	Ciclo largo
	4-5 meses	8-9 meses

2.8.2.2 Berenjena

El nombre botánico de la berenjena es *Solanum melongena* L. y pertenece a la familia *Solanaceae*. Es una planta herbácea que alcanza una altura de 0,7 a 1 m y se desarrolla formando ramificaciones erectas.

La berenjena se cultiva como planta anual, aunque bien cuidada puede rebrotar y mantenerse un año más; la producción en este segundo año es menor y la calidad de los frutos es peor (Serrano, 2006). Desde que se planta hasta que se inicia la recolección suele transcurrir 100 a 125 días, según variedades y época del cultivo.

Posee un sistema radical largo y profundo, tallo erecto, velludo y ramificado y, a veces, puede ser espinoso. Es frágil y se parten con facilidad, si no está entutorado, cuando se carga de frutos. Hojas enteras, ovaladas, grandes (15 a 25 cm de largo) y muy pilosas en la cara abaxial. Las flores se presentan solitarias o en pequeños racimos, de tamaño mediano, con cáliz de 5 o más sépalos espinosos, con corola de 5 o más pétalos de color violáceo y con estambres que encierran el ovario que después de autofecundación dará origen al fruto o baya que constituye el órgano de consumo. Los frutos de la berenjena son bastante variables, de forma redonda a alargada, de tamaño muy pequeño (2 cm) a grandes (30 cm de largo), de epidermis lisa o corrugada. Las semillas son pequeñas, aplastadas y de color amarillo pardusco.

Existen diversas variedades de color oscuro, ralladas o de color más claro, alargadas, cortas.

Tabla 4. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de berenjena.

Material de partida		
Nº Semillas por gramo		200-220
Duración de la capacidad germinativa de la semilla		4-5 años
pH óptimo de germinación		6,5-7
Temperatura óptima de germinación		26-28 °C
Tiempo de germinación		72-84 horas
Profundidad de siembra		0,5-0,8 cm
Trasplante de plántula		
Características de la plántula	Diámetro alveolo	
	3-4 cm	7-8 cm
Diámetro del tallo	3-4 mm	5-6 mm
Altura	11-12 cm	16-18 cm
Nº hojas	4-5	6-8
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	100-200 cm	50-100 cm
Ciclo de cultivo	6-11 meses	

2.8.2.3 Pimiento

El pimiento pertenece a la familia *Solanaceae* y su nombre botánico es *Capsicum annum* L. Es una planta herbácea anual de 0.75 a 2.0 m de alto, aunque puede rebrotar y volver a producir en su segundo año si se poda antes de que finalice su desarrollo vegetativo.

Tiene un tallo frágil, erecto y verde, a una altura determinada se bifurca formando lo que se conoce como primera ‘cruz’ del pimiento; a continuación, después de brotar varias hojas, cada uno de estos tallos se bifurca en otras dos cruces y así se desarrolla la planta. Presenta hojas cuya inserción al tallo es alterna con dimensiones variables en función de la variedad existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto. La forma de la hoja es entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado y un peciolo largo y poco aparente. Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10%. El fruto es una baya hueca de color, dimensiones y peso variables con un espesor que varía entre 2,5 y 6 mm.

Tabla 5. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de pimiento.

Material de partida		
Nº Semillas por gramo		130-150
Duración de la capacidad germinativa de la semilla		3-4 años
pH óptimo de germinación		6,5-7
Temperatura óptima de germinación		26-27 °C
Tiempo de germinación		72-84 horas
Profundidad de siembra		1 cm
Trasplante de plántula		
Características de la plántula	Diámetro alveolo	
	3-4 cm	7-8 cm

Diámetro del tallo	3-4 mm	5-6 mm
Altura	11-12 cm	6-18 cm
Nº hojas	4-5	6-8
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	100-200 cm	50-100 cm
Ciclo de cultivo	6-9 meses	

2.8.2.4 Melón

El melón, planta perteneciente a la familia *Cucurbitaceae*, recibe el nombre científico de *Cucumis melo*. Es una planta anual de porte trepadora o rastrera alcanzando unas dimensiones entre 1,5 y 3,5 m de largo.

Presenta un sistema radicular abundante y muy bien ramificado de rápido desarrollo. Sus raíces pueden alcanzar los 2 m de profundidad, sin embargo, gran parte de su sistema radicular se encuentra en los primeros 60 cm. Posee tallos blandos y pilosos. Además, presentan zarcillos. Sus hojas tienen peciolo acanalado y son palmadas, es decir, su aspecto es semejante al de una mano. Es una planta monoica ya que presenta flores masculinas y hermafroditas o portadoras de órganos masculinos o femeninos separadas y en el mismo tallo. Las flores masculinas aparecen primero que las femeninas agrupadas en inflorescencias mientras que las flores hermafroditas o femeninas aparecen después en solitario y los extremos de pedúnculos cortos donde se forma el fruto. Estas flores, como en otras cucurbitáceas, se abren en el día y cierran durante la tarde y noche. Dependiendo del tipo de melón, las hojas pueden ser dentadas y vellosas en el envés o redondeadas y ásperas. El fruto es una baya típica, generalmente redondo u ovalado; su cáscara lisa o reticulada de color verde, naranja y salmón, puede alcanzar su madurez a los 45 días y llegar a pesar entre 2 a 6 libras, todo esto dependerá de la variedad sembrada. La polinización es efectuada por los insectos, principalmente por las abejas.

Tabla 6. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de melón.

Material de partida		
Nº Semillas por gramo		28-33
Duración de la capacidad germinativa de la semilla		4-5 años
pH óptimo de germinación		5,5-6,5
Temperatura óptima de germinación		26-28 °C
Tiempo de germinación		36-48 horas
Profundidad de siembra		1-2 cm
Trasplante de plántula		
Características de la plántula	Diámetro alveolo	
	5-6 cm	8 cm
Diámetro del tallo	4-5 mm	4-5 mm
Altura	9-10 cm	10-12 cm
Nº hojas	3	3-4
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	100-200 cm	50-100 cm
Ciclo de cultivo	3-5 meses	

2.8.2.5 Calabacín

El calabacín es una planta herbácea anual de porte rastrero o trepadora perteneciente a la familia de las *Cucurbitaceae* y cuyo nombre botánico es *Cucurbita pepo*.

El sistema radicular está constituido por una raíz principal axonomorfa, que alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias, las cuales se extienden superficialmente. Pueden aparecer raíces adventicias en los entrenudos de los tallos cuando se ponen en contacto con tierra húmeda. Sobre el tallo principal se

desarrollan los secundarios que llegan a atrofiarse si no se realiza una poda para que ramifique a dos o más brazos. Presenta un crecimiento en forma sinuosa, pudiendo alcanzar un metro o más de longitud, dependiendo de la variedad comercial. Es cilíndrico, grueso, de superficie pelosa y áspero al tacto. Posee entrenudos cortos, de los que parten las hojas, flores, frutos y numerosos zarcillos. Las hojas son de forma palmeada, de limbo grande con 5 lóbulos pronunciados de margen dentado. El haz es glabro y el envés áspero y está recubierto de fuertes pelos cortos y puntiagudos a lo largo de las nerviaciones. Los nervios principales parten de la base de la hoja y se dirigen a cada lóbulo subdividiéndose hacia los extremos. El color de las hojas oscila entre el verde claro y oscuro, dependiendo de la variedad, presentando en ocasiones pequeñas manchas blanquecinas. Las hojas están sostenidas por pecíolos fuertes y alargados, recubiertos con fuertes pelos rígidos. La floración es monoica, por lo que en una misma planta coexisten flores masculinas y femeninas. Son solitarias, vistosas, axilares, grandes y acampanadas. El cáliz es zigomorfo (presenta un solo plano de simetría) y consta de 5 sépalos verdes y puntiagudos. La corola es actinomorfa y está constituida por cinco pétalos de color amarillo. La flor femenina se une al tallo por un corto y grueso pedúnculo de sección irregular pentagonal o hexagonal, mientras que en las flores masculinas (de mayor tamaño) dicho pedúnculo puede alcanzar una longitud de hasta 40 centímetros. El ovario de las flores femeninas es ínfero, tricarpelar, trilocular y alargado. Los estilos, en número de tres, están soldados en su base y son libres a la altura de su inserción con el estigma, este último dividido en 2 partes. Las flores masculinas poseen tres estambres soldados. El fruto se caracteriza por ser pepónide, carnoso, unilocular, sin cavidad central, de color variable, liso, estriado, reticulado, etc. Se recolecta aproximadamente cuando se encuentra a mitad de su desarrollo; el fruto maduro contiene numerosas semillas y no es comercializable debido a la dureza del epicarpio y a su gran volumen.

Las semillas son de color blanco-amarillento, ovales, alargadas, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior, longitud de 1,5 centímetros, anchura de 0,6-0,7 centímetros y grosor de 0,1-0,2 centímetros.

Tabla 7. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de calabacín.

Material de partida		
Nº Semillas por gramo		5-8
Duración de la capacidad germinativa de la semilla		5 años
pH óptimo de germinación		6,5-7
Temperatura óptima de germinación		25-26 °C
Tiempo de germinación		96-192 horas
Profundidad de siembra		2cm
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	100-200 cm	60-150 cm
Ciclo de cultivo	4-7 meses	

2.8.2.6 Col china

En varios textos donde se hace referencia a la col china se engloban dos taxones o variedades distintas pertenecientes a esta familia. La col china o petsai (*Brassica campestris* L. sp. *Pekinensis*) es una especie anual perteneciente a la familia *Cruciferae*. Puede alcanzar alturas comprendidas entre los 50-60 cm.

El tallo tiene forma de pequeña esfera en su primer estado, del que parten las hojas formando un repollo poco apretado generalmente cilíndrico. Presenta hojas verticales, alargadas, dentadas irregularmente, con unas nerviaciones muy marcadas y el limbo prolongándose en forma de ala hasta la base del peciolo, que es ancho carnoso y de color blanquecino. Las hojas interiores son de color verde muy claro, casi blancas.

El pak choi o acelga china es el segundo taxón bajo la denominación de col china. Recibe el nombre científico de *Brassica campestris* spp. *Chinensis* L. Planta de porte similar a la acelga, cuyas hojas son oblongas, con peciolo blancos o verdes carnosos y cuyos bordes son lisos. La altura máxima de las hojas no suele rebasar los 30-40 cm (Maroto, 1996).

Tabla 8. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de col china.

Material de partida		
N° Semillas por gramo		200-220
Duración de la capacidad germinativa de la semilla		5 años
pH óptimo de germinación		6,-7
Temperatura óptima de germinación		22-24°C
Tiempo de germinación		36 horas
Profundidad de siembra (cm)		0,5
Trasplante de plántula		
Características de la plántula	Diámetro alveolo	
	3	4
Diámetro del tallo (mm)	1,5	1,8-2
Altura (cm)	7-9	8-10
N° hojas	3-4	4-5
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	30-60 cm	30 cm
Ciclo de cultivo	2-3 meses	

Brassica oleracea var. *Capitata*, col o repollo, es una planta bianual que se cultiva como anual, de raíz pivotante perteneciente a la familia de las *Brassicaceae*. Posee tallos erguidos y poco ramificados. Las hojas varían de verde-glaucos a rojizas, con bordes aserrados. Los cogollos o pellas de hojas se forman a causa de la hipertrofia de la yema vegetativa terminal y por la disposición abrazadora de las hojas

Brassica oleracea var. *capitata* f. *rubra* es una de las especies más producidas, denominada comúnmente col lombarda.

Brassica oleracea var. *viridi*, es una planta herbácea bianual cultivada como anual que pertenece a la familia *Brassicaceae*. Posee hojas ovales, oblongas, lisas, rizadas o circulares, dependiendo de la variedad, forman un característico cogollo compacto (Mendiola, 2009).

2.8.2.7 Judía

Phaseolus vulgaris, nombre botánico que recibe la judía, es una especie perteneciente a la familia *Fabaceae*. Se trata de una planta herbácea anual de crecimiento rápido. Existen variedades enanas que poseen el tallo principal erguido y alcanzan una altura de 30 a 40 cm, mientras otras variedades, las de enrame, alcanzan alturas comprendidas entre los 2 y 3 m, siendo voluble y dextrógiro. Las hojas son simples, lanceoladas y acuminadas, de tamaño variable según la variedad. Las flores pueden presentar diversas coloraciones, aunque en las variedades más importantes a nivel comercial la flor es blanca. Estas se presentan en racimos blancos en número de 4 a 8. El fruto de la judía es una legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 4 a 6 semillas (Mendiola, 2009).

Tabla 9. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de judía.

Material de partida	
Nº Semillas por gramo	1,5-7
Duración de la capacidad germinativa de la semilla	5 años
pH óptimo de germinación	6,5-7
Temperatura óptima de germinación	25-26 °C
Tiempo de germinación	96-192 horas
Profundidad de siembra (cm)	3-5
Datos de campo	

Marco de plantación (cm)	Entre líneas	Entre plantas
	Mata baja: 50-100 Mata alta: 100-200	Mata baja: 50 Mata alta: 50-100
Ciclo de cultivo	3-5 meses	

2.8.2.8 Pepino

El pepino es una planta herbácea, anual, de porte rastrero o trepador perteneciente a la familia *Cucurbitaceae*. El nombre botánico que recibe es *Cucumis sativus*.

Posee un tallo anguloso y espinoso. A partir de cada nudo se desarrolla una hoja y un zarcillo. Las hojas poseen un peciolo largo, el limbo es grande y acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados, de color verde oscuro y recubierto de un bello muy fino. Las flores de esta cucurbitácea se caracterizan por un pedúnculo corto y pétalos amarillos. Éstas aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales. En la actualidad, todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginóicas. El fruto es un pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, de color verde, y la pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto (Mendiola, 2009).

Tabla 10. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de pepino.

Material de partida	
Nº Semillas por gramo	33-35
Duración de la capacidad germinativa de la semilla	2 años
pH óptimo de germinación	5,6-6,5
Temperatura óptima de germinación	22-24 °C
Tiempo de germinación	36 horas
Profundidad de siembra (cm)	1,5-3
Trasplante de plántula	
Características de la	Diámetro alveolo

plántula	4,5 cm	5-6 cm	8 cm
Diámetro del tallo	3	3-3,5	3,5-4
Altura	8	8-10	10-15
Nº hojas	2	2-3	2-3
Datos de campo			
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas	
	100-200 cm	50-100 cm	
Ciclo de cultivo	4-6 meses		

2.8.2.9. Lechuga

La lechuga recibe el nombre botánico de *Lactuca sativa*. Pertenece a la familia *Asteraceae* y se trata de una planta anual. Posee un sistema radicular profundo, pivotante, y poco ramificado, de unos 25 cm.

El crecimiento se desarrolla en roseta; las hojas se disponen alrededor de un tallo central, corto y cilíndrico que gradualmente se va alargando para producir las inflorescencias, formadas por capítulos de color amarillo reunidos en corimbos.

Existen 4 variedades botánicas:

- Variedad *longifolia*, las llamadas “romanas”. No forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho.
- Variedad *capitalia*, denominadas “iceberg”. Forman un cogollo apretado de hojas.
- Variedad *inybacea*, formada por hojas sueltas y dispersas.
- Variedad *augustana*, se trata de lechugas espárrago, que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas.

Tabla 11. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de lechuga.

Material de partida		
Nº Semillas por gramo		800-1000
Duración de la capacidad germinativa de la semilla		3 años
pH óptimo de germinación		6-7
Temperatura óptima de germinación		15-17 °C
Tiempo de germinación		72 horas
Profundidad de siembra		0,5 cm
Trasplante de plántula		
Características de la plántula	Diámetro alveolo	
	3 cm	3-4 cm
Diámetro del tallo	4	3-4
Altura	4-5	3-4
Nº hojas	4-5	3-4
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	100-200 cm	60-150 cm
Ciclo de cultivo	Verano o invernadero: 2 meses Invierno: 4-5 meses	

2.9 PROCESO PRODUCTIVO

2.9.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se van a separar por un lado todas las actividades relacionadas con el proceso productivo y por otro las referidas a todas las operaciones culturales.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

El proceso productivo es el conjunto de actividades que se desarrollan dentro del semillero desde la entrada de la semilla hasta la retirada de la planta del mismo. Entre estas están la siembra, germinación, extendido, repicado, etc.

Las operaciones culturales son todas aquellas actividades que tienen como fin la mejora en la producción como riego, fertilización, ventilación, calefacción, etc.

La base de toda actividad en los semilleros tiene dos objetivos fundamentales:

- Germinar las semillas
- Obtener plántulas sanas, compactas, homogéneas, con buena relación tallo/raíz.

Los servicios que ofrecen los semilleros son fundamentales, ya que agricultura obtiene así una elevada germinación y retira unas plántulas con un determinado grado de desarrollo. Además le permite mantener el cultivo anterior mientras las plántulas se encuentran en el semillero, pudiendo obtener beneficio de este en vez de arrancarlo para realizar la siembra directa.

El proceso productivo se inicia con el encargo de una cierta cantidad de plántulas al semillero. Este encargo lo realizan directamente los agricultores o a través de cooperativas agrícolas.

Para un encargo se solicita al cliente en nombre completo, CIF y teléfono para crear una ficha en la base de datos de la empresa en el caso de ser un nuevo cliente. Además, se le requiere la especie, variedad, cantidad, fecha de siembra o trasplante y tipo de bandeja.

Cuando se realiza el encargo, el cliente tiene dos opciones, portar la cantidad de semilla que desea que se siembre, o bien el semillero es el encargado de encargar las semillas.

Además, el semillero tiene un programa propio de siembras en determinadas épocas del año para poder abastecer pedidos de última hora, siempre y cuando haya una disponibilidad de espacio en las instalaciones. Se realiza una previsión para realizar el programa de siembra con los datos de demanda años anteriores.

Para calcular la cantidad de semilla necesaria para que el cliente se lleve la cantidad de plántula requerida se deben tener en cuenta la superficie real de la finca y el marco de plantación.

2.9.2 LABORES CULTURALES

Las labores culturales comprenden un conjunto de actividades que se realizan desde la siembra y continúan durante la germinación hasta el trasplante al lugar definitivo. Estas labores son: riego y abonado, control de malezas, control de plagas y de enfermedades. Las operaciones o labores de cultivo que se realizan durante este proceso son de gran importancia, debido a tener un ciclo de cultivo relativamente corto entre 30-35 días hasta un máximo de 50-60 días, las operaciones se han de realizar en el momento adecuado, teniendo poco margen para corregir posibles errores.

2.9.3 RIEGO Y FERTILIZACIÓN. FERTIRRIGACIÓN

Las plántulas en semillero necesitan un suministro continuo de agua, aunque en cantidades extremadamente variables dependiendo de la especie cultivada, tamaño, condiciones ambientales, sustrato, etc. El riego se define mediante la dosis, que debe estar comprendida entre el 50 y el 75% del agua útil y depende del tipo de sustrato; y la frecuencia, que se calcula conociendo la evapotranspiración, aunque en cultivo en semillero con frecuencia se emplean criterios empíricos (Pina Lorca, 2008). El 98-99 % del agua que absorbe la planta se pierde en el proceso transpirativo por lo que para evaluar las necesidades hídricas hay que añadir la pérdida de agua desde la superficie del suelo/sustrato, es decir, las necesidades de agua de un cultivo vienen marcadas por el agua perdida por evapotranspiración. Las mayores necesidades hídricas se concentran en las horas del día de mayor insolación, entre las 12 y 18 horas (Alarcón y Egea, 1999).

Se aconseja regar en primavera y verano diariamente (evitando las horas de mayor insolación y temperatura), y cada dos-tres días en invierno.

Las plantas para realizar su metabolismo necesitan una serie de elementos químicos esenciales en forma asimilable que deben ser aportados en la cantidad y la proporción adecuadas, y. En general los semilleros se riegan con disoluciones

nutritivas diseñadas para las necesidades concretas de la especie, el estado fenológico en cada momento, tipo de sustrato y contenedor, etc. Este abonado se realiza generalmente mediante fertirrigación, que consiste en aplicar simultáneamente agua y fertilizantes, normalmente de manera localizada y con elevada frecuencia. Para ello son necesarias instalaciones específicas, y un control exhaustivo del estado nutritivo de las plantas (Ganchegui, 2010).

Un factor a tener en cuenta lógicamente es el pequeño volumen de sustrato de que dispone cada planta. Aunque éste haya sido enriquecido, pierde por lavado gran parte de los elementos nutritivos. Por ello es importante preparar un programa de abonado desde que la planta tiene ya una hoja verdadera. Una planta de la mayoría de las especies hortícolas pesa entre 5 y 10 g lo que representa entre 0.5 y 1 g de materia seca que contiene 20-25 mg de N. 7-10 mg de P_2O_5 y 20-25 mg de K_2O .

Se recomienda tener gran cuidado con la salinidad tanto del agua como del sustrato. La salinidad del agua no debe superar el 1,1 por mil hasta sobrepasada claramente la fase cotiledonar y tener la primera hoja verdadera. Posteriormente puede tener un nivel algo mayor, pero nunca superior al 2 por mil. En el sustrato no se debe superar una conductividad de 750-1000 $mS\ cm^{-1}$. Valores más altos indicaran una acumulación excesiva de algún elemento fertilizante. Es conveniente tras varios riegos fertilizantes, hacer uno con agua para lixiviar el exceso de sales.

A la hora de establecer el equilibrio entre nutrientes, habrá que tener en cuenta las funciones de cada elemento, que son:

- Nitrógeno: afecta al crecimiento de la planta, aumentando el volumen de los órganos vegetativos. Su exceso puede originar un desarrollo demasiado exuberante del cultivo y hace a sea más sensible a enfermedades.
- Fósforo: influye en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular. Del mismo modo actúa sobre el desarrollo floral.
- Potasio: es el elemento que mayor influencia tiene en la calidad del fruto.
- Calcio: forma parte principal de las paredes celulares. Su deficiencia puede originar graves fisiopatías (en tomate y pimiento).
- Magnesio: es fundamental para el proceso de fotosíntesis.
- Azufre: es esencial en algunos aminoácidos y proteínas.

La tabla 12 muestra dichos nutrientes y las formas químicas en la que son absorbidos.

Tabla 12. Elementos esenciales para las plantas y las formas en las que son principalmente absorbidos o asimilados. Fuente: Horticom.

ELEMENTO ESENCIAL	SÍMBOLO QUÍMICO	PESO ATÓMICO	FORMA DE ABSORCIÓN	PESO IÓNICO O MOLECULAR
Nitrógeno	N	14,0	NO_3^- NH_4^+	62,0 18,0
Fósforo	P	31,0	H_2PO_4^-	97,0
Potasio	K	39,1	K^+	39,1
Calcio	Ca	40,1	Ca^{2+}	40,1
Magnesio	Mg	24,3	Mg^{2+}	24,3
Azufre	S	32,1	SO_4^{2-}	96,1
Boro	B	10,8	H_3BO_3	61,8
Hierro	Fe	55,8	Fe^{2+}	55,8
Manganeso	Mn	54,9	Mn^{2+}	54,9
Zinc	Zn	65,5	Zn^{2+}	65,4
Cobre	Cu	63,5	Cu^{2+}	63,5
Cloro	Cl	35,5	Cl^-	35,5
Molibdeno	Mo	95,9	MoO_4^{2-}	159,9
Carbono	C	12,0	CO_2 HCO^{3-} CO_3^{2-}	44,0 61,0 60,0
Hidrógeno	H	1,0	H_2O en otros iones	18,0
Oxígeno	O	16,0	H_2O en otros iones	18,0

2.9.4 ENFERMEDADES, PLAGAS Y TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Bajo la denominación “enfermedades de semillero”, se recogen las enfermedades que afectan a la semilla antes de germinar, durante la germinación (incluida la fase hipogea de la planta) y después de la emergencia hasta que aparece la primera o segunda hoja verdadera. Todos estos periodos reciben nombres diferentes. En inglés “damping-off”; en español, caída de plántulas o más genéricamente enfermedades de los semilleros o almácigas.

Las enfermedades que se pueden manifestar de forma temprana en el semillero pueden suponer una pérdida económica directa para el mismo, si bien pueden controlarse y limitar su extensión en las instalaciones afectadas. Sin embargo, las enfermedades no manifestadas en el semillero, en las que el agente etiológico se puede implantar, extender y desarrollar sin dañar la producción de forma aparente, pueden ser mucho más peligrosas. La posibilidad de que dichos patógenos se trasladen a los campos de cultivo puede conllevar graves consecuencias epidemiológicas, económicas y comerciales para el sector. En este sentido deben considerarse además de que en algunos semilleros en los que se producen millones de plántulas de un cultivo, con una alta densidad de plantación, y con manipulado de las mismas, la posibilidad de extender un patógeno a un alto número de plantas es elevada (Elorrieta, 2005).

Según Martínez *et al.* (2006) la mejor manera de obtener unas condiciones higiénicas en el semillero es hacer uso de medidas preventivas contra plagas y enfermedades, que se exponen a continuación:

- Utilizar para semilleros sustratos vírgenes, de buen drenaje.
- Usar sólo semillas certificadas, libres de patógenos.
- Evitar el exceso de humedad y encharcamiento.
- Establecer la cuarentena cuando aparezca la enfermedad en los semilleros.
- Eliminar las plántulas enfermas y aquellas que estén en un radio de 0,5 m a su alrededor.
- Llevar a la plantación solamente las plántulas sanas.
- Eliminar malas hierbas.
- Abonar equilibradamente.

➤ Emplear agua de riego exenta de patógenos, para ello cubrir la balsa y las canalizaciones evitando la caída de polvo y restos vegetales, que pueden ser la fuente del inoculo.

Una de las características más destacables de los productos cúpricos es su polivalencia. Combaten de forma muy eficaz numerosas enfermedades criptogámicas. Poseen, además, una acción bactericida muy importante, que justifica su utilización regular para combatir numerosas enfermedades bacterianas, contra las que los fungicidas orgánicos no tienen acción relevante (Ecuaquímica, 2013).

Las bacterias son capaces de concentrar los iones Cu^{2+} a partir del medio circundante, pudiendo llegar a ser la concentración de 100 a 4000 veces mayor que en el medio en el momento de la aplicación. Durante la fase de absorción, los iones Cu^{2+} sustituyen a los iones H^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , presentes en la superficie celular; esta sustitución puede ocasionar una alteración de la permeabilidad de la membrana, facilitando la penetración de los iones Cu^{2+} al interior de las células.

En el interior, los iones Cu^{2+} se fijan sobre diversos grupos químicos, como por ejemplo, los imidazoles, carboxilos, fosfatos, sulfhidrilos, aminas e hidroxilos, presentes en numerosas proteínas enzimáticas. Esta unión produce un efecto tóxico que perturba el correcto funcionamiento celular (Falconí *et al.*, 2006).

2.9.4.1 BACTERIOSIS

A continuación se hace una clasificación de las bacterias más relevantes que causan enfermedades a las plántulas. Se agrupan en los siguientes grupos taxonómicos: *Xanthomonas*, *Clavibacter*, *Curobacterium*, *Pseudomonas*, *Erwinia*.

➤ *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*: las principales vías de conservación y difusión de esta bacteria son los restos vegetales infectados en el suelo (de hasta 1 a 2 años) y las semillas, tanto superficialmente como en su interior.

También se mantiene en sus hospedantes alternativos. El patógeno es diseminado por el agua y la penetración en la planta es fundamentalmente a través de

los estomas y las heridas mecánicas, incluyendo los daños de insectos, utensilios, abrasiones causadas por la arena llevada por el viento, etc. Su desarrollo se ve favorecido por temperaturas altas, entre 25 y 30 °C, unido a fuertes precipitaciones o riegos por aspersión (Martínez, 2006).

Afecta a solanáceas, principalmente a tomate y pimiento. En tomate produce la “mancha bacteriana” caracterizada porque las hojas muestran manchas verdosas que se tornan más oscuras con el crecimiento, con un halo amarillento muy discreto y cuyo centro puede desprenderse. En pimiento, produce también manchas y pústulas en hojas, tallos y frutos.

X. vesicatoria produce lesiones características en cotiledones de tomate o pimiento bajo condiciones de alta humedad (Smith, 2004).

Según Martínez *et al.* (2006) el control químico debe realizarse con la aplicación de oxiclورو de cobre en los focos previamente saneados y en plantación con carácter preventivo.

➤ *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*: la transmisión de esta bacteria es mediante semilla. La propagación de la enfermedad en invernadero se ve favorecida por el agua (salpicadura, riego) y las prácticas culturales (recorte, aerosoles químicos). La bacteria entra en el tejido de la planta a través de los estomas y otras aperturas naturales, así como heridas y raíces. Se ha demostrado que las plantas jóvenes son más susceptibles (Vaerenbergh y Chaveau, 1993).



Esta bacteria es la causante del “chancro bacteriano”. En condiciones de invernadero, el primer síntoma que muestra es una marchitez reversible de las hojas durante las horas de más calor. Las hojas se muestran blanquecinas y luego viran a marrón cuyas áreas internerviales se muestran necróticas (Martínez *et al.*, 2006). Las áreas necróticas se extienden y las plantas afectadas toman un aspecto parecido al provocado por un tratamiento inadecuado (quemaduras) o alguna alteración fisiológica, que puede provocar confusiones en el diagnóstico visual. Las plantas pueden llegar a marchitarse.

En el control químico ninguna medida de control directo es viable. Las semillas limpias y los trasplantes saludables son la base de una plantación saludable.

➤ *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens*: se transmite a través de semillas. Es tan resistente que puede hospedarse en una semilla 24 años en condiciones de humedad muy reducida. La bacteria puede sobrevivir 25 años en semillas infectadas a temperatura ambiente (Burkholder, 1945).

Hospedan a plantas del género *Phaseolus*. La enfermedad se caracteriza por un marchitamiento de las hojas o partes de hojas durante el día y la recuperación al caer el sol debido a la bajada de temperatura. Como resultado de la infección bacteriana hay un taponamiento de los vasos. Una vez aparecidas las plantas en el campo se debe proceder que retirar las plantas infectadas.

Según Romero (2005), el control químico no es una opción, ya que no hay productos registrados hasta el momento contra la bacteria (Romero, 2005).

➤ *Acidovorax avenae citrulli*: se transmite principalmente a través de semillas. Puede sobrevivir varios años en semillas que han sido secadas y almacenadas. La bacteria también puede transmitirse por el agua, en particular el riego por aspersión. La irrigación aérea dispersa con efectividad la bacteria a plántulas vecinas en invernaderos, lo que puede generar un alto número de plántulas infectadas, las cuales pueden llegar a los campos de producción y ser el mecanismo a través del cual la bacteria puede diseminarse. Generalmente los trasplantes no presentan síntomas (Latin y Hopkins, 1995).

Los anfitriones más susceptibles son sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) además de otras cucurbitáceas como pepino (*Cucumis sativus*) y calabaza (*Cucurbita pepo*). Desarrollan síntomas en la fruta y las hojas. Esta bacteria es la responsables de la “mancha bacteriana del fruto”.

Acidovorax avenae subsp. *citrulli*, causante de la mancha bacteriana del fruto de la sandía, se considera un patógeno con alto potencial de destrucción capaz de causar pérdidas del 100% en vivero o plantación, cuando se desarrolla bajo condiciones ambientales favorables para su multiplicación y diseminación (Mora y Ayala, 2002).

La severidad de la enfermedad es modificada por alta humedad y temperatura así como fuertes corrientes de viento. La enfermedad puede progresar rápidamente en estas condiciones climáticas, ya que la bacteria puede crecer en rangos de

temperaturas que van desde 1°C para la mínima, 28-32°C óptima y 32-41°C máxima (Latin y Hopkins, 1995).

Para Elizande *et al.* (2010) el control químico consiste en desinfectar los útiles de trabajo y mesas de cultivo con una solución de fosfato trisódico diluido en agua entre el 2 y el 10 % o emplear hipoclorito de sodio. Las aplicaciones de fungicidas que contengan cobre como mancozeb e hidróxido de cobre en dosis recomendadas, han reducido la incidencia de síntomas de la bacteria cuando las aplicaciones se inician en la primera floración y una semana antes de la fructificación.

➤ *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*: esta bacteria se trasmite por semillas. Es responsable de la “mancha angular de las cucurbitáceas”, se detecta principalmente en Almería en pepino, melón y sandía. Se observan pequeñas manchas acuosas en las hojas que se van expandiendo y su crecimiento se limita por las venas de las hojas. En tiempos de humedad relativa alta se observa un exudado lechoso asociado a las manchas por la parte inferior de las hojas. Las áreas afectadas se secan y se caen, dejando huecos irregulares en las hojas (Alvarado, 2010).

Altas temperaturas (25-30 °C) acompañadas de una humedad relativa elevada (90 %) favorecen el desarrollo de la infección.

No existe hasta la fecha un producto con garantías de éxito para el control químico de esta bacteria, por lo tanto su control se limita a medidas preventivas.

➤ *Pseudomonas syringae* pv *syringae*: el agente causal puede penetrar por heridas, estomas y se puede transmitir por semillas contaminadas y a través del suelo. Se dispersa por efecto del salpicado producido por la lluvia o por el sistema de riego por aspersión. Posiblemente sea movilizada a largas distancias en semillas infectadas. Además, puede sobrevivir en la rizosfera y en restos vegetales, en forma epífita en tomate y malezas.

El desarrollo de la enfermedad se ve beneficiado por el clima frío (13-25 °C), lluvioso, o en áreas donde se riega por aspersión. Generalmente, la hoja solo requiere permanecer mojada durante un día para desarrollar la enfermedad. La mancha bacteriana normalmente aparece en climas áridos donde se usa el riego por aspersión (Cortez, 2011).

Causa la ‘‘peca bacteriana’’ cuyos síntomas varían desde pequeñas lesiones marrones sin halo hasta lesiones negras con halo amarillo brillante (Alvarado, 2010). Los síntomas de la enfermedad se hacen presentes entre 8 a 10 días después de la inoculación, señalan que esta enfermedad es muy dañina en épocas lluviosas o bajo invernadero, por generarse condiciones de alta humedad (Dawtson, Hollenstein y Locher, 2007). Afecta a diferentes hospedadores, entre ellos al tomate. En melón, en Almería, se ha detectado asociada a zonas necróticas pardas en las hojas.

La enfermedad aparece en plantas jóvenes y reduce notablemente el desarrollo de la planta (Lodovica *et al.*, 2009).

Según Datson *et al.* (2007), para el control químico se debe aplicar una aspersión temprana de cobre para reducir su ocurrencia. Es importante destacar que el cobre proporciona un control parcial de la enfermedad, por lo cual se debe aplicar al aparecer los primeros síntomas y repetir a intervalos de 10 o 14 días si las condiciones frescas y húmedas prevalecen. Se utiliza idealmente como producto preventivo, por lo cual debe ser aplicado antes de que ocurra el periodo de la infección. Una o dos aplicaciones serán suficientes para proteger a las plantas.

➤ *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*: en los invernaderos, la infección transmitida a través de la semilla es la única consideración importante.

Afectan principalmente a tomate y pimiento. En tomate produce la ‘‘mancha bacteriana’’ de forma ovalada o irregular de 2-10 mm de diámetro, con un halo amarillo muy discreto y cuyo centro puede desprenderse. En pimiento produce manchas y pústulas en hojas, tallos y frutos (Smith, 2004).

Las hojas afectadas se enrollan y se marchitan. Las manchas en los tallos y peciolo son de color negro y largo. Las flores se caen de los pedúnculos.

El desarrollo de *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* se acentúa con altas temperaturas (25-30°C) acompañado de una humedad relativa elevada (más del 90 %). Precipitaciones significativas unidas a un aumento de temperatura pueden causar epifitias (Lazareb, 2009).

Para el control químico se aplican tratamientos a base de cobre con acción bactericida.

➤ *Xanthomonas campestris* pv. *Cucurbitae*: esta bacteria se transmite principalmente por semilla. Hospeda principalmente a calabaza, aunque también puede hacerlo sobre otras cucurbitáceas. Causa moteado en las hojas, con pequeñas lesiones húmedas que evolucionan a lesiones redondas de color castaño, con centros traslucidos y halos amarillos que llegan a secarse. Manchas redondas pequeñas en frutos (Beltrá y López, 1994).

El desarrollo de la enfermedad se ve afectado con altas temperatura (25-30 °C) y la humedad relativa del aire del 90% o superior. La intensidad de la incidencia de la enfermedad aumenta durante el periodo de vegetación y alcanza su máximo a finales de julio y principios de agosto.

➤ *Erwinia carotovora*: afecta a la gran mayoría de las plantas hortícolas. Las plantas permanecen marchitas durante varios días. Los tallos afectados presentan una apariencia acuosa y mucosa debido al crecimiento bacteriano. Puede detectarse el tallo hueco presionando ligeramente entre los dedos (Alvarado, 2011).

Penetra por las heridas por lo que es importante desinfectar los útiles de trabajo o el lugar donde se realizan los injertos.

Las condiciones ambientales favorables para la bacteria son elevada humedad, especialmente exceso de agua en el suelo. En calabacín, col china, pimiento y sandía se emplea cobre inorgánico, y en melón y pepino compuestos de cobre y kasugamicina.

El control químico es poco eficaz y se suelen utilizar productos cúpricos para evitar la diseminación como pueden ser todos los productos ricos en cobre con acción bactericida.

2.9.4.2 MICOSIS

A diferencia de las bacterias, existe un amplio rango de grupos taxonómicos fúngicos dentro de los cuales podemos encontrar hongos fitopatógenos, algunos de gran interés en el cultivo de plántulas hortícolas en semilleros (Elorrieta, 2005).

➤ *Phytium spp.*: existen distintas especies pertenecientes a este género que afectan a las plántulas de melón, pepino, calabacín, judía, tomate, sandía, berenjena, provocando fallos en la germinación.

Las hojas se vuelven flácidas y se necrosan, y con el paso del tiempo coloniza toda la planta. Aparece un amarilleamiento en un sector lateral de las hojas, y a lo largo del tallo una necrosis, acompañada de unas secreciones gomosas. También hay una reducción del desarrollo de la planta en comparación a las plantas sanas.

La entrada de este hongo en las explotaciones se produce, normalmente, a través de sustratos contaminados procedentes de semilleros y por el agua contaminada.

El control biológico en algunas bacterias, principalmente del género *Pseudomonas* y *Bacillus*, y varios hongos del suelo, *Gliocladium* y *Trichoderma*, son posibles agentes biológicos y mejoran su actividad en combinación con otros métodos de control. Estos agentes no se aplican de forma comercial.

El control químico depende de la especie; se aconseja emplear los siguientes productos (Sánchez, 2001) en berenjena Polioxima-B y Propamocarb, en judía verde Benomilo, Pencicuum y Flutolanil y en tomate Propamocarb, Procloraz y Benomilo.

➤ *Rhizoctonia solani*: patógeno de melón, pepino, sandía, tomate, pimiento, judía, etc. Que afecta al sistema radicular de la planta produciéndose marchitamiento de la planta y podredumbre húmeda del cuello.

Produce el ‘‘Damping-off’’ en semillero y trasplante. En plantas de melón y pepino producen marchitamiento de la planta, irreversible, y podredumbre húmeda del cuello de color amarillo oscuro que finalmente se generaliza a las raíces. En judías produce chancro rojizo del hipocótilo y podredumbre de raíces en plántulas, provocando la muerte de éstas.

En berenjena se aconseja emplear Polioxina-B y Propamocarb y en melón, pepino y sandía se aconseja el Propamocarb para el control químico del hongo.

➤ *Fusarium*: incluye diferentes especies patógenas dentro de las cuales podemos destacar la acción de *Fusarium oxysporum* en sus diferentes formas especializadas (*F.o. melonis* sobre melón, *F.o. niveum* sobre sandía, *F.o. cucumerinum* sobre pepino, *F.o. lycopersici* sobre tomate, etc.).

Las plántulas afectadas no se desarrollan. El tejido vascular tiene coloración marrón oscura. Los tallos afectados se ensanchan y normalmente las plantas se marchitan y mueren (Alvarado, 2011).

La infección por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Niveum* de las plántulas de sandía causa podredumbre radicular y finalmente la muerte.

La infección de plántulas de melón por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis* presenta dos tipos de sintomatología dependiendo de las cepas: tipo Yellow y Tipo Wilt. Las temperaturas óptimas para su desarrollo se sitúan entre los 18 y 20 °C.

La infección por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersicy* de las plántulas de tomate se caracteriza por un marchitamiento progresivo de las hojas superiores, inferiores desde los peciolo hasta el ápice que termina por matar a la planta. El desarrollo óptimo de este hongo se sitúa en 28 °C.

Los tratamientos químicos durante el cultivo son ineficaces. En tomate y melón hay variedades resistentes a este hongo y también se utiliza el injerto en pie resistente en sandía. Estos son los mejores métodos de control.

➤ *Phytophthora*: el género *Phytophthora*, crece más lentamente que *Pythium* por lo que a veces no se detecta en semillero. *P. parasitica*, *P. capsici* y *P. megasperma* se han identificado como capaces de actuar sobre el cuello de pepino, melones, calabacines. *P. parasitica* afecta también a las plántulas de tomate. *P. capsici* actúa sobre el pimiento causando la “tristeza del pimiento”.

Phytophthora infestans es el responsable del “Mildiu” y afecta a tomate. En las hojas de las plantas infectadas aparecen manchas que rápidamente se necrosan. En el tallo aparecen manchas pardas, que se van agrandando.

La epidemiología es la típica de un hongo acuático, debido a la presencia de zoosporas responsables de la diseminación de la enfermedad. Los ataques son más graves en riego a pie que en riego por goteo. Las balsas y canales de riego pueden estar contaminados siendo una importante vía de infección del semillero.

El control químico se realiza con tratamientos a base de Etridiazol, Metalaxil, Nabam y Quinosol (Sánchez, 2001).

➤ *Chalara elegans*: afecta a numerosas especies de distintas familias, atacando entre otras a solanáceas (tomate, berenjena), cucurbitáceas y ornamentales (Crisantemo, Pelargonium, etc.).

Este hongo infecta la planta a través de las heridas debidas a la emergencia de raíces secundarias. Las esporas de este hongo son capaces de perdurar por un periodo de 4 ó 5 años en tejidos radiculares enterrados y hasta 3 años en el suelo.

Chalara elegans se puede encontrar en la provincia de Almería en cultivos sin suelo de melón, sandía y judía. Una vez han sido infectadas, las plantas manifiestan una clorosis en las hojas y pierden vigor. Este hongo también es responsable de la enfermedad denominada ‘podredumbre negra de las raíces’.

El control químico se realiza con tratamientos fúngicos a base de Benomilo y Metil-tiofanato.

➤ *Sphaeroteca fuliginea*, *Erysiphe cichoracearum*, *Leveillula taurica* y *Podosphaera fusca*: el “oídio” o “ceniza” es otra de las patologías que hay que considerar. Dentro de los oídios hay cierta especificidad al menos respecto a las familias de cultivo sobre las que actúan. A nivel de cucurbitáceas los hongos principalmente implicados son *Sphaeroteca fuliginea*, *Podosphaera fusca* y *Erysiphe cichoracearum*. El primero actúa sobre pepino y melón y los dos últimos sobre sandía. En el caso de las solanáceas el agente responsable es *Leveillula taurica* (Elorrieta, 2005).

Según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente para el control químico en cucurbitáceas es aconsejable emplear los siguientes fungicidas: Dinocap, Clortalonil, Bupirimal, Metil trifanato (excepto en sandía), Clortalonil, Azoxistrobin, Kresoxim-metil, trifloxistrobin, quinoxife etc. (Lazareb, 2009).

Según Bellón-Gómez *et al.* (2012) el control biológico de *P. fusca* debe realizarse con *Ampelomyces quisqualis*, único organismo autorizado para el control del oídio en cucurbitáceas, con el nombre de AQ10.

➤ *Botrytis cinerea*: los esclerocios, estructuras de resistencia del hongo, son capaces de sobrevivir bajo condiciones desfavorables y propagan enfermedad al

ser movidos en montones de restos vegetales o a través del suelo mediante labores culturales (Ellerbrock y Lorbeer, 1977).

Hongo que produce la podredumbre gris. Uno de los más importantes dada su naturaleza polífaga (ataca un vasto número de especies vegetales) su velocidad de dispersión, su dificultad de control y sus drásticos efectos (Elorrieta, 2005).

El ataque de este hongo se produce generalmente en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas ambientales variables entre 15 y 25 °C; aunque las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad son distintas para cada cultivo. Estas condiciones se ven favorecidas por la técnica de cultivo bajo plástico, utilizada en la costa Sur de España para la producción de diversos cultivos hortícolas

Provoca en la plántulas el “Damping-off” que se manifiesta con fallos en la germinación, plántulas con manchas marrones, la parte basal se estrecha y ablanda no pudiendo soportar la plántula, el sistema radicular se reduce y se pudre. Los daños pueden observarse tanto en rodales como en puntos dispersos del semillero.

Se recomienda el control químico con Coltraronil, Cipodinil, Fludioxonil en cultivares de pimiento.

2.9.4.3 VIROSIS

Las enfermedades producidas por virus en semilleros tienen gran importancia desde un punto de vista epidemiológico. La presencia del virus en las semillas constituye el método más eficaz de dispersión a gran distancia, como lo demuestra el hecho de que los virus transmitidos por semillas se encuentran por todo el mundo.

Los virus y los hongos son los principales grupos de patógenos que afectan a los cultivos hortícolas, produciendo mayores pérdidas económicas. Sin embargo, las posibilidades de controlar los virus son mucho más limitadas que las existentes para otros patógenos ya que no se dispone de métodos directos de control.

El primer punto de actuación en el control de la virosis debe estar orientado a garantizar que las plántulas de semillero estén libres de virus, mediante un buen

control sanitario de las semillas y semilleros, ya que todos los virus que se transmiten por semilla utilizan otros procedimientos de transmisión.

La regulación del control fitosanitario en los semilleros es esencial para evitar la presencia de patógenos en plántulas y se realiza mediante la aplicación de una serie de normativas que van desde la europea hasta la propia de la Comunidad Autónoma Andaluza (Sáez, Cuadrado y Janssen, 2005).

Tabla 13. Principales virus que afectan en semillero.

Virus	Grupo taxonómico	Especies afectadas	Otras formas de transmisión
V. mosaico de la calabaza (sqMV)	Comovirus	Melón, calabacín	Contacto, coleópteros
V. mosaico de la lechuga (LMV)	Potyvirus	Lechuga	Áfidos
V. mosáico común de la judía (BCMV)	Tobamovirus	Judía	Áfidos
V. moteado suave del pimiento (PMMV)	Tobamovirus	Pimiento	Contacto, semillas, suelo (restos cosecha)
V. mosaico del tomate (ToMV)	Tovamovirus	Tomate, pimiento	Suelo (restos de cosecha)
V. enanismo ramificado del tomate (TBSV)	Tombusvirus	Tomate, pimiento	Semilla, suelo (raíces)
V. mosaico del pepino (CMV)	Cucumovirus	Judía	Áfidos
V. manchas necróticas del melón (MNSV)	Carmovirus	Melón	Hongos (Holpidium)
V. mosaico de la alfalfa (AMV)	Grupo AMV	Pimiento	Áfidos
V. mosaico del pepino dulce	Potexvirus	Tomate	Contacto, semillas
V. mosáico sureño de	Sobemovirus	Judía	Contacto, suelo

la judía (SBMV)			
V. Y de la patata (PVY)		Patata	Áfidos
V. del bronceado del tomate (TSWV)		Tomate, pepino	Trips (Frankliniella occidentalis)

2.9.4.3.1 PLAGAS

Se puede decir que las principales plagas en los semilleros y viveros son aquellas que afectan al sistema radicular, por poner en serio riesgo la viabilidad de las plántulas (Serna y García, 2008).

Como medidas preventivas se deben emplear métodos físicos como mallas antitrips, mallas pegajosas, trampas de feromonas y/o luz, así como la limpieza de malas hierbas.

La lucha integrada consiste en utilizar organismos vivos para impedir o reducir los daños causados a los cultivos por plaga. La plaga que ataca al cultivo es al mismo tiempo atacada por un depredador.

En la agricultura intensiva, especialmente en cultivos hortícolas protegidos, este método resulta muy exitoso. En invernaderos, generalmente se trata del control de plagas polífagas, las cuales se pretende combatir con enemigos naturales que en su mayoría son comunes a la vegetación natural que rodea el cultivo. La elevada dinámica en el sistema de producción y la rápida sucesión de los cultivos hace necesario la inoculación frecuente de una fauna auxiliar para prevenir que las plagas produzcan daños económicos antes de que los enemigos naturales hayan tenido tiempo para responder al crecimiento de las plagas.

Las ventajas más importantes que aporta esta técnica de manejo de plagas son:

- Disminución del uso de fitosanitarios, en la línea de las nuevas directrices de la política comunitaria.
- Producción sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plánula injertada de sandía.

- Producción de calidad y con posibilidades de diferenciación frente a competidores.
- Mejor posicionamiento en los mercados, garantía de seguridad y respuesta a las demandas de los compradores europeos.

Actualmente existen empresas auxiliares a la agricultura que se encargan de la producción y comercialización de distintos depredadores contra plagas. Entre las especies contra plagas más empleadas en la zona del sureste español destacan *Adalia bipunctat*, *Amblyseius cucumeri*, *Aphelinus*, *Aphidius colemani abdominalis*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Amblyseius californicus*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Delphastus pusillus*, *Encarsia formos*, *Eretmocerus eremicus*, *Feltiella acarisuga*, *Macrolophus pygmaeus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii*.

Nesidiocoris tenuis es un chinche de la familia de los míridos, fundamental en manejo integrado de plagas de hortícolas de la familia de las solanáceas, especialmente tomate y berenjena. Es un depredador generalista que se alimenta de mosca blanca, huevos y primeros estadios larvarios de lepidópetos, trips y araña roja. Cuando carece de presas se puede alimentar del cultivo. Se emplea en semilleros.



Fotografía 3. Detalle de un bote de *Nesidiocoris tenuis*.



Fotografía 4. Detalle de envase para transportar los botes de insectos.

2.9.4.3.2 ÁCAROS

La araña roja común (*Tetranychus urticae*) es una plaga cosmopolita distribuida por todo el mundo. Es una especie termófila cuyo punto óptimo de desarrollo se sitúa en torno a los 32 °C. Es una plaga muy polífaga. Se ha demostrado que puede desarrollarse de manera óptima en más de 150 especies vegetales de interés económico.

Tienen tendencia a formar agregaciones y cubrir las colonias con hilos de seda. Se localizan preferentemente en el envés de las hojas. Cuando las poblaciones de las arañas rojas se incrementan, pueden llegar a matar a la planta, comenzando entonces un periodo de diseminación de los individuos.

Provocan decoloración de las hojas que toman un aspecto jaspeado en blanco. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques son muy graves en el estadio de plántula. Su temperatura óptima se sitúa en torno a los 32 °C.

Según García-Morato (2006) el control biológico se realiza mediante *Phytoseiulus persimilis*, ácaro fitoseido, tiene gran capacidad de depredadora sobre la araña roja. Su uso queda limitado actualmente a invernaderos. *Neoseiulus californicus* es otro fitoseido depredador de la araña roja que se multiplica en la vegetación espontánea. Otro enemigo natural de la araña roja con valoraciones muy positivas es el *Amblyseius*.

Según Tello (2010) los tratamientos químicos deben aplicarse cuando aparezcan los primeros síntomas. Se utilizarán acaricidas específicos con acción ovicida y adulticida. Los productos más recomendados son en hortalizas: abamectina, acrinatrín, amitraz, dicofol, tetradifón+dicofol, propargita y azufre

La araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*) es otro ácaro responsable de plagas. Sus daños se pueden presentar fundamentalmente en la parte aérea de la planta afectando las hojas, ramas jóvenes, flores y frutos. Entre los cultivos más atacados se encuentran: pimiento, tomate y berenjena entre otros.

Es una especie cosmopolita y polífaga, capaz de causar grandes afectaciones al follaje y a los frutos con su acción chupadora-raspadora.

El daño comienza a los pocos días de germinar el cultivo, alimentándose de las partes en crecimiento como las yemas terminales y los brotes, que es donde más inciden y donde mejor se localizan los daños, provocando su deformación. Cuando las poblaciones son altas y los ataques intensos, la planta detiene su crecimiento, se produce el aborto de las flores y los frutos resultan deformados y de poca calidad. En ataques más avanzados se produce enanismo y una coloración verde intensa de las plantas, abortos de las flores y un endurecimiento general de los órganos vegetativos de las plantas (Martínez-González *et al.*, 2006). Es una plaga que se desarrolla en focos, por lo que es importante una detección precoz.

Es aconsejable realizar tratamiento químico al observar los primeros síntomas, repitiendo al cabo de unos días, pues el efecto ovicida es en general escaso. En berenjena se recomienda aplicar Azufre, Bromopropilato, Fenbutaestan, Tebufenpirad. En Judía verde Azufre, Bromopropilato, Fenbutaestan y en pimiento Azufre (mojable).

El ácaro bronceado del tomate (*Aculops lycopersici*) ataca a las plantas succionando sus jugos. El tallo principal se torna primero de un color marrón o ferroso, y en dirección a las partes superiores desde la base el problema se va extendiendo a hojas y a frutos. Las hojas se van desecando y la parte exterior de la piel de los tomates se torna áspera y de color rojo pardo.

Los daños son particularmente elevados cuando estos pequeños animales están más activos, esto es, con temperaturas elevadas y humedad del aire reducida, pues los procesos de deterioro de la planta transcurren más rápidamente. Se dispersa muy fácilmente al transportar material vegetal o herramientas, o incluso en las mismas prendas de vestir.

En tomate se aconseja aplicar Azufre y Bromopropilato para controlar a este ácaro.

2.9.4.3.3 HOMÓPTEROS

A este suborden de insectos pertenecen algunos de los más dañinos de la horticultura española.

La mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*) se compone de dos especies bien diferenciadas. *T. vaporariorum* afecta a tomate, calabacín, pepino, melón, sandía y judía y *B. tabaco* afecta a cultivos de pimiento, tomate, melón, pepino y calabacín.

Los adultos colonizan las partes jóvenes de las plantas donde realizan sus puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios más uno de pupa, distinguiéndose en este último ambas especies por la forma del pupario.

Los daños se clasifican en dos órdenes, los directos como son la producción de negrilla debido a la abundante secreción de melaza, los producidos por la alimentación, al absorber la savia de la hoja, ocasionando síntomas de amarilleamiento y debilitamiento de las plantas; los daños indirectos son la transmisión de virus. En España es muy grave la conocida como el virus de la cuchara del tomate (tomato yellow leaf curl, TYLCV).

Según Tello (2010) el control químico es muy problemático puesto que las moscas blancas generan con rapidez resistencias a los plaguicidas. Suelen utilizarse: metomilo (sólo en aplicaciones al aire libre), imidacloprid, buprofezin regulador del desarrollo del insecto, piretroides, naled, aceites minerales, etc.

Los tratamientos deben realizarse de forma que alcancen el envés de las hojas. La utilización de mojantes en los tratamientos químicos es aconsejada excepto cuando se realicen sueltas de fauna auxiliar.

Los áfidos constituyen un grupo muy extenso de insectos perteneciendo al suborden Homoptera. Pueden alimentarse de diferentes plantas hospedadoras, por lo que pueden afectar a las diferentes plántulas de semillero. Pueden completar todo su desarrollo sobre la misma planta (monoico). Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras, en ambos casos con reproducción vivípara.

Los pulgones que provocan más daños en cultivos hortícolas protegidos son *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*. El primero de ellos afecta a solanáceas y el segundo a cucurbitáceas.

Las colonias de pulgones se dispersan dentro del invernadero por medio de las hembras aladas que aparecen en las colonias cuando hay superpoblación o agotamiento del sustrato, siendo la dispersión entre parcelas por vuelos de hembras aladas principalmente en primavera y otoño. Estos individuos alados forman colonias nuevas en las plantas que alcanzan sus vuelos.

Los áfidos o pulgones pueden ocasionar distintos tipos de daños al cultivo, que pueden ser:

➤ Directos: Se deben a la alimentación sobre el floema de la planta (existen muy pocas especies que se alimentan del xilema). Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento de la planta, deteniéndose el crecimiento, las hojas se arrollan y si el ataque es muy severo puede secar la planta. La detención del desarrollo o la pérdida de hojas se traduce en una reducción de la producción final.

➤ Indirectos: Como consecuencia de la alimentación pueden generarse los siguientes daños indirectos:

- Reducción de la fotosíntesis: La savia es pobre en proteínas y rica en azúcares, por lo que los áfidos deben tomar gran cantidad de savia para conseguir suficientes proteínas. Así, los pulgones excretan el exceso de azúcar como melaza que se deposita en el envés de las hojas y cayendo al haz de la hoja de abajo. Este exceso de melaza favorece el desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla (*Cladosporium spp.*), lo que da lugar a una reducción de la actividad fotosintética de la planta y un descenso de la producción. Cuando estos hongos manchan los frutos, deprecia su valor comercial.

- Pueden transmitir a la planta sustancias tóxicas.

- Vectores de virus fitopatógenos: Los áfidos pueden transmitir hasta 117 tipos de virus fitopatógenos. Los pulgones son el grupo de insectos más eficaz en cuanto a la transmisión de virosis, normalmente es realizada por las formas aladas. En

los cultivos hortícolas destaca la transmisión de los virus CMV y PVY en solanáceas y CMV, WMV-II y ZYMV en cucurbitáceas.

Los tratamientos químicos empleados contra el pulgón contienen las siguientes materias activas: Pirimicarb, Tralometrina, Imidacloprid, Azufre, Bromopropilato, Fenbutaestan, Etiofencarb.

Los enemigos naturales de la mosca blanca que se emplean en cultivos de berenjena, col china, calabacín judía verde, melón, pepino, pimiento, sandía y tomate son *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae*, *Aphidoletes aphidimyza*.

2.9.4.3.4 DÍPTEROS

En agricultura son causantes de pérdidas muy importantes en cultivos de frutales, cítricos y en cultivos de hortalizas.

El minador de hortalizas (*Liriomyza trifolii*, *Liriomyza bryoniae*, *Liriomyza strigata* y *Liriomyza huidrobensis*) se trata de un pequeño insecto con nombre *Liriomyza trifolii*. Cada hembra en función de las condiciones ambientales, es capaz de poner entre 100 y 200 huevos. La oviposición la realiza perforando la hoja y depositando un huevo por picadura en la epidermis de la hoja, prefiriendo para este fin cotiledones y hojas nuevas y tiernas.

Cuando eclosiona el huevo, la larva vive en el interior de la hoja realizando galerías más o menos sinuosas que van ensanchándose a medida que se desarrolla la larva. El insecto pasa por tres fases larvarias tras lo cual realiza un orificio de salida y se forma la pupa en el envés de la hoja o en el suelo. Las larvas viven en el suelo, muy frecuentemente en las turbas y sustratos. Son pues muy frecuentes en semilleros.

La introducción de esta plaga en España se produjo en 1975, siendo desde entonces de especial importancia en los cultivos protegidos situados en el sur de la Península Ibérica. Es un insecto parecido a una pequeña mosca, perteneciente al orden de los Dípteros. Son minadores de las hojas, desarrollándose en su interior, y provocando daños en las estructuras foliares.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

Los daños son producidos por las larvas al realizar las galerías en las hojas reduciendo la capacidad productiva de las plantas.

Se recomienda el uso de Oxamilo, Tralometrina, Ciromazina, Abamectina, Naled, Deltametrin y Triclofon dependiendo del cultivo como control químico.

Los enemigos naturales comercializados del submarino o minador de hortalizas son *Diglyphus isaea*, *Dacnusa sibirica* para judía verde, pepino, tomate, berenjena y pimiento, mientras que para lechuga se hacen sueltas de *Bacillus thuringiensis*.

Los *Sciaridae* son una familia amplia de moscas, cuyo tamaño varía entre 1,0 y 11,0 mm. Pueden ser recolectados en casi cualquier lugar húmedo con materia vegetal en descomposición atacada por hongos. Diferentes grupos de la familia están especializados en atacar tejidos vivos de plantas (Barranco, 2003).

La mayoría viven en lugares húmedos y sombreados, alimentándose de vegetación en descomposición. En plantas ornamentales y semilleros son una plaga a tener en cuenta, sobre todo algunas especies del género *Bradysia*, ya que sus larvas se alimentan de las raíces (Aguilera, 2010).

2.9.4.3.5 TISANÓPTEROS

Los trips son insectos alados diminutos (1 a 3 mm de longitud), que presentan especies fitófagas. Poseen un aparato bucal que es usado para raspar y succionar jugos vegetales. Se reproducen por partenogénesis o sexualmente (Tello, 2010).

Frankliniella occidentalis (trips de las flores): Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, flores y frutos. Tienen gran apetencia por colonizar las flores donde se localizan los máximos de población de adultos y larvas nacidas de las puestas allí realizadas.

Como el resto de trips, los daños producidos son por picadoras causadas por la nutrición de estos insectos, los daños provocados por la puesta y por las virosis que transmiten.

En el caso de las hortícolas el daño fundamental es la transmisión del virus conocido como bronceado del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV).

El Control químico debe hacerse bañando el envés de las hojas. Se aconseja emplear Acrinatrín, Formateanato, Triclorfon, Naled, Malation, Cipermetrin.

El control biológico se realiza con *Orius laevigatus*, un enemigo natural comercializado empleado en cultivos de melón, pepino y sandía. *Abmlyseius cucumerisi*, *Orius laevigatus* se emplea en cultivo de pimiento.

2.9.4.3.6 LEPIDÓPTEROS

Tienen una elevada tasa de reproducción y la mayoría son especies fitófagas, siendo las larvas las que ocasionan los daños.

Las larvas suelen tener tres pares de patas en el tórax y cinco pares de falsas patas en el abdomen. Generalmente poseen 6 ocelos laterales. Las larvas reciben el nombre particular de orugas. Las orugas producen seda por las glándulas bucales. La seda la emplean para construir el capullo que protegerá a la pupa. Las orugas tienen gran voracidad y una elevada velocidad de crecimiento.

La reproducción de los lepidópteros es casi siempre sexual y ovípara. Las hembras producen feromonas sexuales, sustancias olorosas únicas para cada especie, que en muy pequeñas cantidades atraen a los machos a grandes distancias. El macho recibe la señal a través de las antenas. Las especies diurnas suelen acoplarse empleando la atracción visual por los colores y dibujos de las alas (Tello, 2010).

Los huevos son depositados en el envés de las hojas. La crisálida o pupa se realiza en el suelo o en las hojas dependiendo de la especie. Los adultos son polillas con hábitos nocturnos y crepusculares, dispersándose en vuelos.

Plusias (*Autographa gamma* y *Chrysodeisix chalcites*) conforman plagas muy polífagas que afectan a gran cantidad de cultivos, entre ellos las hortícolas. Tienen una extraordinaria capacidad para volar grandes distancias. Son especialmente graves en los semilleros.

La rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*) es muy perjudicial en la zona mediterránea y el sur de España. Especialmente peligrosa en plantas hortícolas. Las larvas son de color gris casi negro, por la noche se alimentan y por el día se enroscan y se ocultan. Son muy voraces y se alimentan de cualquier parte verde de la planta.

Heliotis (*Helicoverpa armígera*) la llamada oruga del tomate tiene una gran apetencia por las partes de las plantas muy ricas en nitrógeno. La oruga puede alcanzar más de 3 cm de longitud y su cuerpo está recorrido por líneas onduladas blanquecinas salpicadas de pelos negros que surgen de pequeñas circunferencias negras.

Para el control químico de los lepidópteros plaga se aconseja seguir las siguientes indicaciones:

➤ Realizar aplicaciones que alcancen bien el envés de las hojas y en general todos los órganos vegetales donde puedan refugiarse las larvas.

➤ Para especies que realizan parte de su ciclo de vida en el suelo (*Spodoptera exigua*, *Spodoptera littoralis*) o para tratamientos localizados para todas las especies de orugas, se recomienda la utilización de cebos a base de insecticida, salvado, azúcar o melaza y agua, esparcidos al pie de las plantas, a última hora de la tarde para evitar que se reseque. La composición de cebo típico para una hectárea es:

- 3-4 kg triclorfon, etc.
- 20-25 kg salvado.
- 4-5 kg azúcar o melaza.
- Agua hasta humedecer.

➤ Debido a que los insecticidas reguladores del crecimiento (IGR's) tienen su acción en la muda de las larvas, su acción es más eficaz cuando las aplicaciones se realizan para los primeros estadios larvarios.

➤ Los insecticidas aconsejados para tratamientos en pulverización y espolvoreo son los formulados comerciales que contengan las siguientes materias

activas: alfacipermetrin, cipermetrin, bifentrin, clorpirifos, endosulfan, flucotrinato, lambda cihalotrin, permetrin, triclorfon, etc.

El enemigo natural más conocido y eficaz para el control de mariposas y polillas es *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Actualmente esta bacteria se comercializa como insecticida biológico. Existe una diferente sensibilidad de las orugas ante esta bacteria. Su efecto sobre la plaga está condicionado por diversos factores como son el modo de vida de la oruga, los organismos con los que vive, el clima, el método de tratamiento, la dosis, etc.

2.9.4.3.7 NEMATODOS

Los nematodos son gusanos pseudocelomados parásitos, tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y no segmentado, con simetría bilateral.

Meloidogyne javanica, *Meloidogyne incógnita*, *Meloidogyne arenaria* han sido las especies del género *Meloidogyne* encontradas e identificadas en los cultivos hortícolas de Almería.

Las hembras depositan los huevos que se convierten en larvas, sufriendo mudas hasta convertirse en adultos. Estas larvas entran por cualquier parte vegetal en contacto con el suelo húmedo, pero principalmente por la punta de los pelos absorbentes, ya que su estilete no es muy vigoroso. Una vez se aloja en los tejidos no se mueven ni cambian de situación.

Si la planta es un huésped adecuado y el clima es templado, las hembras depositan huevos después de 20-30 días de haber penetrado como larvas.

Los síntomas en tomate y pimiento se manifiestan en los típicos nódulos o engrosamientos en las raíces que le dan el nombre común de "batatilla". Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que se traduce en un menor desarrollo de las plantas y síntomas de marchitez en verde en las horas de mayor calor, clorosis y enanismo. La distribución suele presentarse por rodales o líneas y se transmiten con facilidad en el agua de riego, con el calzado, con los aperos etc.

También hay que destacar que los nematodos interaccionan con organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva allanando el camino a bacterias y hongos que utilizan las heridas provocadas por aquellos para parasitar la planta y constituirse así en la causa fundamental del problema.

No es una plaga común en invernaderos y su aparición es debida a la contaminación de sustrato de siembra.

Control químico: Aplicar insecticidas que posean Oxamilo como materia activa. En casos de ataques incipientes por rodales y que estén bien delimitados, realizar tratamientos químicos sobre dichos focos.

2.10 CULTIVO DE CITRULLUS LANATUS

2.10.1 ORIGEN

Los primeros datos que se tienen de la sandía son de hace aproximadamente 5000 años en Egipto. Numerosas semillas fueron encontradas en la tumba de Tutankhamen en el 1325a.C. (Germer y Hepper, cit. Por Zahory, 1994). Desde Egipto se difundieron a través de los mercaderes que vendieron semillas en las rutas del Mediterráneo. Ellos las introdujeron en Italia y Grecia. Los pobladores europeos fueron quienes la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo el continente. Su área de difusión en Europa ha sido casi exclusivamente el Mediterráneo, donde se encuentran los principales productores.

La sandía cultivada está estrechamente relacionada, a la vez que es interfértil, con la coloquintida, *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. Ésta se encuentra ampliamente distribuida en las zonas desérticas y semidesérticas del norte de África y el oeste de Asia y es rica en principios amargos y purgantes: es muy probable que la sandía provenga de esta especie (Zahory, 1983). Las semillas de este ancestro son recolectadas todavía por los nómadas para aplicación medicinal. Las semillas se emplean en ocasiones, después en una preparación especial, como alimento para el

hombre (Osborn; cit por Zahory 1994). Es significativo que las semillas de *C. colocynthis* aparecieran en algunos lugares de Egipto y Oriente Próximo; lo que pone de manifiesto, que esta especie silvestre fuera empleada por el hombre incluso antes de su domesticación. Pitrat *et al.* (1999) también señalan el origen Africano de la sandía.

2.10.2 BOTÁNICA DE LA ESPECIE

La sandía es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora si se le facilita un entutorado apropiado, propia de cultivos intensivos de secano y regadío. Gracias al cultivo forzado y a su protección en invernaderos se ha ampliado el tiempo de su permanencia en el mercado, habiendo dejado de ser fruta exclusivamente de verano a ser consumida también en primavera. Pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Su nombre científico es *Citrullus lanatus*. Pertenece al tipo fanerógamas, Subtipo angiospermas, Subclase metaclamídeas y gamopétalas.

Presenta un sistema radicular extensivo pero superficial, con una raíz pivotante y numerosas raíces laterales que se ubican en los primeros 60 cm del suelo. La raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias. Actualmente éste órgano carece de importancia, debido a que alrededor del 95% de la sandía que se cultiva en la provincia de Almería es injertada sobre patrón de *C. maxima* x *C. moschata*. (Camacho, 2003).

El sistema caulinar es de hábito rastrero, con tallos angulosos, hispídeos y ramificados de gran longitud (2 a 5 m), aunque también se han descubierto formas arbustivas. Poseen zarcillos que pueden ser bífidos o trifidos. El inicio del desarrollo aéreo de la planta se produce con un solo brote (brote principal), no emergiendo otros brotes hasta que existan 5-8 hojas bien desarrolladas. Cuando la planta ha completado su inicio emergen los brotes terciarios y así sucesivamente hasta que el desarrollo vegetativo de la planta llega a cubrir de 4 a 5 m².

Las hojas son grandes (10 a 15 cm), palmo-lobuladas, divididas en tres-cinco lóbulos de apariencia redondeada, que a su vez aparecen divididos en varios segmentos redondeados, presentando entalladuras sin llegar a la nerviación principal, de márgenes de color verde oscuro-grisáceo.

Las flores nacen de unas yemas que están protegidas por hojitas colocadas en forma imbricada, en las axilas de las hojas. Estas yemas son floríferas y dan lugar a flores masculinas o estaminadas y femeninas o pistiladas que presentan un ovario ínfero que, tras la polinización cruzada y fertilización de sus numerosos óvulos, da origen al pepo o baya falsa.. En la planta, las flores masculinas aparecen, generalmente, en primer lugar. Las flores de la sandía son de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares; atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas). Se hace aconsejable el uso de colmenas debido a caracterizarse por una polinización entomófila La corola está formada por cinco pétalos unidos por su base, con simetría regular o actinomorfa. Cáliz de color verde, formado por sépalos libres, dialisépalo. Las flores masculinas poseen ocho estambres de igual longitud, formando cuatro grupos de estambres soldados por sus filamentos. Tienen ascas o tecas encorvadas o arqueadas con los estambres bien visibles (Álamo, 2000).



Fotografía 5. Detalle de una flor de sandía.

Las flores pueden aparecer tanto en la rama principal como en las de segundo, tercer y cuarto orden.

En plantas como la sandía, con órganos masculinos y femeninos en flores diferentes, el sexo de las flores puede modificarse mediante el uso de reguladores de crecimiento: las gilberelinas tienden a producir masculinización, y las auxinas, etileno y citoquininas promueven el desarrollo de las flores femeninas (Luckwill, 1994).

La forma de los frutos varía de oblonga a redonda; con pesos que oscilan entre los dos y veinte kilogramos, aunque no se comercializan aquellos con más de 8 kilogramos; la corteza puede variar de verde brillante a verde oscuro o bandas de ambos colores; la pulpa de rojo a amarillo; las semillas tienen tonalidades blancas, amarillas, marrones, negras o negras rojizas. La sandía es una planta de clima cálido y, por tanto, susceptible a las heladas. El número de frutos por planta varía entre 2 y 15. Un fruto de sandía alcanza la madurez aproximadamente 45 días después de la floración, pero esto depende, en gran medida, del cultivar que se trate (Rhodes, 1998). El momento para cosechar los frutos se advierte por el marchitamiento del zarcillo próximo a la pepónide –un zarcillo verde manifiesta la inmadurez del fruto; totalmente marchito es señal de excesiva madurez- y por el viraje de color de blanco a amarillo de la parte de la sandía que toca el suelo (Álamo 2000). Otro indicador de madurez resulta del sonido “apagado” que se produce al tabalear sobre la corteza (Reche, 1994).



Fotografía 6. Frutos del cultivo de sandía a distintos días.

En la recolección, un contenido de azúcar del 17% cataloga a los frutos de excelente calidad, pudiendo iniciarse cuando se ha alcanzado un 12 ó 13% cerca del corazón del fruto. Hochmuth *et al.*, (1995) consideran que un fruto es de buena calidad cuando los sólidos solubles son superiores al 10% (véase composición química del fruto: tabla 14). Para su recogida se ha de proceder con un corte limpio que evite el mayor daño posible al tallo y prevenga su podredumbre. La temperatura de almacenaje de la cosecha no debe ser inferior a los 7 °C: se considera óptima entre 7 y 10 °C (Rhodes, 1998).

Tabla 14. Composición química de la sandía (por cada 100g)

Agua.....	92.6 g
Proteínas.....	0.5 g
Grasas.....	0.2 g
Hidratos de Carbono.....	6.4 g
Fibra.....	0.3 g
Calcio.....	7 g
Fósforo.....	10 mg
Hierro.....	0.5 mg
Sodio.....	1 mg
Potasio.....	100 mg
Vitamina A.....	590 UI
Tiamina.....	0.03 mg
Riboflavina.....	0.03 mg
Niecina.....	0.20 mg
Ácido ascórbico.....	7 mg
Energía calorífica.....	26 cal

Fuente. Watt *et al.*; Cit. Por Camacho, 2000.

Las semillas se distribuyen por la pulpa. Son de tamaño variable, aproximadamente un gramo contiene entre 10 y 30 semillas, dependiendo de la variedad. Son, generalmente, de longitud menor que el doble de la anchura, aplastadas, ovoides, duras, de peso y colores también variables (blancas, marrones, amarillas, negras, etc.), moteadas unas, otras no; con expansiones alares en los extremos más agudos (Álamo 2000).

Las semillas continúan su maduración al mismo tiempo que el fruto, no existe dormición en la semilla de sandía y en caso necesario éstas pueden ser sembradas inmediatamente después de su extracción. Las semillas de sandía germinan entre los 2 y 14 días después de sembradas dependiendo de la temperatura y humedad pero el contenido cromosomas también tienen influencia en la germinación. (Juárez, 2003).

Las características de las distintas partes de la planta anteriormente mencionadas o caracteres visibles (fenotipo), pueden tener variación, puesto que las diferentes apariencias que presenta el fruto, la pulpa, la planta; así como las semillas, aún dentro de la misma variedad, están sometidas esencialmente a la acción del medio y de la influencia cualitativa de los componentes cromosómicos de las células que determinan los caracteres hereditarios o genotipo y que ocasionan una serie de alteraciones en las características de la planta en general (Reche, 1994).

2.10.3 FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO

Es una planta muy sensible a las heladas que para germinar necesita como mínimo temperaturas de 15°C, pudiendo encuadrarse su óptimo térmico alrededor de 25°C. Para que la floración se produzca las temperaturas óptimas se sitúan entre 18 y 20°C, y su desarrollo óptimo requiere un intervalo térmico comprendido entre 23 y 28°C (Maroto, 2000). Los cvs triploides (sin semillas) presentan más problemas de germinabilidad y más exigencias térmicas que los cvs normales.

La floración requiere entre 18-25° C; temperaturas más bajas pueden interferir negativamente en la polinización y cuajado de los frutos y éstos, aunque se desarrollen, pueden aparecer deformados. El crecimiento vegetativo y la maduración,

suelen requerir entre 23 y 28° C. (Maroto, 1996). También sobre la floración, el nivel de fertilidad ejerce notable influencia, de manera que un excesivo crecimiento vegetativo de la planta restringe la aparición de las flores. En este sentido un abonado excesivo, principalmente en lo que a presencia de nitrógeno se refiere, se traduce en un bajo umbral de floración y casos de aborto floral. Si se disminuye el aporte de fertilizantes nitrogenados y se mantiene el proceso fotosintético a un alto nivel, se conseguirá una reducción del crecimiento vegetativo, favoreciendo el proceso de desarrollo floral.

Sus mayores requerimientos en agua se producen en la fase comprendida entre el inicio del desarrollo de los frutos y su maduración, que acontece, generalmente, a los 42 ó 45 días tras la polinización (Knott, 1962). Un exceso de humedad, sin embargo, puede repercutir en la proliferación de ataques criptogámicos que pueden infringir graves pérdida al cultivo. Hochmuth *et al.*, (1995) propusieron que la mayor demanda hídrica durante la fase de crecimiento y desarrollo puede situarse, de media, en el 90% del nivel de evapotranspiración (ETP), decreciendo, hasta un 70%, hacia el final del período vegetativo.

Es aconsejable que la temperatura ambiental en el interior del invernadero no baje de 20°C durante la noche, ni sobrepasar los 30°C durante el día; éste salto térmico de 10°C produce desequilibrios en las plantas, abriéndose en algunos casos los cuellos de las mismas y algunos tallos; el polen que realizan las flores en esas condiciones normalmente no es viable. Temperaturas de 10-12° C influyen en el crecimiento de la planta y la floración se retrasa, alargándose el ciclo vegetativo.

Tabla 15. Caracterización de los parámetros de germinación y trasplante de semillas de sandía.

Material de partida	
Nº Semillas por gramo	10-20
Duración de la capacidad germinativa de la semilla	5 años
pH óptimo de germinación	5,5-6,5
Temperatura óptima de germinación	27-28 °C
Tiempo de germinación	48 horas
Profundidad de siembra	2-3 cm

Trasplante de plántula		
Características de la plántula	Diámetro alveolo	
	5-6 cm	8 cm
Diámetro del tallo	4-5 mm	5-6 mm
Altura	10-12 cm	15-18 cm
Nº hojas	2-3	4-5
Datos de campo		
Marco de plantación	Entre líneas	Entre plantas
	100-200 cm	50-100 cm
Ciclo de cultivo	3-5 meses	

2.10.4 TÉCNICAS CULTURALES

Polinización: la sandía necesita de gran cantidad de polen para que tenga lugar un buen cuajado y desarrollo de los frutos; por ello resulta conveniente colocar colmenas (Camacho y Fernández, 2000, citado por Huitrón, 2005). Las abejas (*Apis mellifera* L.) son las encargadas de transportar el polen de las flores masculinas a las femeninas, aunque utilizan la flor con doble propósito, como fuente de polen y de néctar (Wein, 1997; citado por Huitrón 2005).



Fotografía 7. Polinización del cultivo por *Aphis milifera*.

La polinización puede considerarse un proceso dinámico cuyo rendimiento depende del clima, abejas disponibles y atractivo floral del cultivo en relación al de otras plantas dentro del área de actividad de la colmena (De Grandi, 1987). El uso alternativo de hormonas presenta resultados imprevisibles (malformación de frutos, etc.), debido a que son muchos los factores de cultivo y ambientales los que influyen en la acción hormonal. El número de colmenas puede variar de 2 a 4 por hectárea, e incluso puede ser superior, dependiendo del marco de plantación, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología.

La polinización es necesaria en este cultivo puesto que condiciona la formación del fruto. Cuando se cultivan sandías triploides es necesaria la utilización de sandía diploide como polinizadora, ya que el polen de la primera es estéril. Se buscan asociaciones en las que coincidan las floraciones de la polinizadora y polinizada. En cultivo bajo invernadero, para que el rendimiento sea óptimo, la proporción debe ser 30-40% de polinizadora y 60-70% de polinizada. Siguiendo esta práctica se consigue buen cuaje de fruto triploide.

Aclareo y poda: A diferencia del secano, en regadío la poda suele hacerse más intensa sobre todo en variedades muy frondosas (Camacho y Fernández, 2000) aconseja dejar 2 ó 3 hojas cuando la planta ya ha formado 5-6 hojas verdaderas; de las axilas de éstas surgen brotes que se pinzan una vez que han formado unas cuatro hojas por encima de la segunda, quedando, por consiguiente, 2-3 guías principales y seis secundarias portadoras de frutos. El aclareo de plantas suele hacerse en dos fases: la primera cuando las plantas tienen 3 hojas, dejando 2 ó 3 plantas por golpe, y la segunda a los 8-10 días, dejando una planta por golpe. La poda no es una técnica muy extendida en España, aunque su práctica puede resultar útil para aumentar la producción. Debe fundamentarse en que las flores femeninas aparecen en las ramas principales y en las secundarias y en ellas se produce la fructificación, por lo que, para favorecerla, la poda irá dirigida a parar el crecimiento de la planta y a eliminar ramas improproductivas.

En cuanto a los suelos, le convienen los terrenos fértiles, aireados, limoarenosos y de consistencia media. Para cultivar sandías en texturas arcillosas es fundamental que el suelo tenga asegurado el drenaje. Es una planta que puede tolerar la acidez del

terreno, aunque el rendimiento disminuye ostensiblemente con pH inferior a 5,5 (Maroto, 2000). Tiene poca tolerancia a la deficiencia de magnesio (Knott; cit. Por Maroto, 1989). Si bien, como se ha dicho, es algo tolerante a la acidez, no lo es, en cambio, a terrenos invadidos por *Fusarium oxysporum*, en éstos se ha comprobado la eficacia del injerto sobre patrón RS841 (híbrido F1 obtenido por cruce entre *Cucúrbita moschata* y *Cucúrbita maxima*), por su influencia positiva sobre desarrollo de raíz y parte aérea, producción, precocidad de floración, número de frutos por planta, peso medio del fruto aunque no tanto sobre la calidad (Chouka y Jebari, 1999).

2.10.5 PRINCIPALES VARIEDADES

Se entiende por “variedad” al conjunto de plantas que tienen origen común y caracteres fenológicos y morfológicos constantes y peculiares. Así mismo “variedad híbrida”, a la obtenida como resultado del cruce del germen masculino de una variedad con el femenino de otra, o lo que es lo mismo, el resultado del cruce de dos razas puras.

La variedad Sugar Baby que llegó a representar el 80% de la superficie total cultivada de sandía dio paso a la introducción de híbridos con cierta resistencia a enfermedades de suelo y de mayor producción.

Las variedades de sandías se diferencian generalmente por la forma, color y tamaño del fruto; el resto de la planta no presenta variaciones notables. La influencia del medio ambiente causa, a veces, confusiones a la hora de identificar una determinada variedad, pues esta influencia puede hacer variar el color del fruto y de la pulpa, así como el tamaño y la precocidad. Por ello, y a veces, se consiguen frutos distintos aun conservando el mismo genotipo, que se ha evidenciado en campos de ensayo donde variedades puras han cambiado el color de la pulpa, y muchas de color externo del fruto.

La facultad que fija también la herencia, al margen de la gran influencia que puede ejercer el medio, determina la presencia o no de ciertas características motivadas por la dominancia o necesidad de los correspondientes pares de alelomorfos localizados en los cromosomas de las células, ocasionando una diferencia notable en la

condición externa de la variedad ensayada, signos que pueden llegar a establecer erróneamente la denominación de alguna variedad.

En la sandía domina la superficie lisa del fruto sobre rugosa o surcada; piel verde oscura sobre verde claro; rayada sobre no rayada; uniforme sobre moteada; carne roja sobre amarilla y esta sobre rosa; semilla media sobre larga y también sobre corta; resistencia a la antracnosis sobre susceptibilidad, etc.

También hay que tener en cuenta que el peso del fruto puede depender de la época de cultivo: en siembras tempranas se ha comprobado que el peso es menor que los obtenidos en plena estación. Por último, el abonado puede incidir, igualmente, en la producción final y tamaño del fruto.

Con la obtención de nuevas variedades se persigue mejorar entre otras las siguientes características:

- Producción.
- Precocidad.
- Frutos uniformes con tendencia a ser pequeños (4 y 6 Kg)
- Pulpa fina, jugosa y de sabor dulce.

Para el estudio de las variedades se suelen emplear las características de la tabla 16.

Tabla 16. Características externas e internas de la sandía.

Forma	Esférica Oblonga Alargada
Tamaño	Muy voluminoso > 12 Kg. Voluminoso, entre 8 y 12 Kg. Mediano, entre 6 y 8 Kg. Pequeño, entre 4 y 6 Kg
Color externo	Verde oscuro: Liso Rayado más oscuro Rayado más claro

	Verde claro: Liso Rayado más oscuro Rayado más claro
Grosor de la corteza	Fina < 10mm. Gruesa, entre 10 y 20 mm. Muy gruesa > 20mm.
Sabor	Muy dulce Dulce Menos dulce
Color interno	Rojo intenso Rojo Rosa Amarillo

En la actualidad las diversas empresas de semillas nos ofrecen aproximadamente ochenta variedades diferentes de sandía.

Para estas variedades podemos hacer dos grupos:

- Variedades de corteza verde oscuro “tipo Sugar Baby”.
- Variedades de corteza rayada “tipo Crimson”.

Actualmente se está produciendo un constante incremento en la demanda de la sandía triploide, estas facilitan el consumo y son muy apreciadas por un segmento de mercado muy exigente.

➤ Variedades de sandía híbrida: se han generalizado en invernadero el empleo de variedades híbridas de sandía con objeto de obtener variedades más precoces, productivas y de mayor calidad, como así mismo resistentes a enfermedades. Dichas variedades son generalmente de frutos pequeños y aunque no sean siempre resistentes a enfermedades, algunas variedades presentan diversos grados de tolerancia

a ellos, lo que unido a una excelente calidad y alta producción están sustituyendo a las variedades típicas cultivadas hasta entonces. De entre las variedades cultivadas destacan las siguientes: Dulce Maravilla, Toro, Fiera, Augusta, Mini F1, etc. de “tipo Sugar” y Jenny, Premium, Crisby de “tipo Crimson”.

➤ Variedades de sandía sin semilla: en 1951 Japón y USA iniciaron las investigaciones para la obtención de plantas triploides productoras de frutos sin semilla (apirenas). Fue a partir de 1980 cuando se empezó a cultivar variedades comerciales. Estos híbridos poseen como característica más notables frutos carentes de semillas viables, o muy pocas, de color blanco, cuya formación no se ha completado (semillas abortadas), ya que una vez cuajada la flor, tanto el fruto como la semilla inician el proceso de crecimiento; pero por anomalías en sus cromosomas, estos no pueden repartirse con regularidad al formarse los gametos y se producen perturbaciones en las divisiones de reducción que ocasionan la esterilidad. Las plantas de variedades triploides interrumpen como decíamos el proceso de crecimiento de las semillas quedando estas rudimentarias.

La obtención de plantas triploides se lleva a cabo a partir del cruce de una planta tetraploide ($4n$), que actúa como progenitor femenino con una planta diploide ($2n$), que actúa como progenitor masculino. Para conseguir plantas tetraploides se sigue un proceso complejo con la utilización de diferentes productos, principalmente el alcaloide colchicina, que provoca mutaciones cromosómicas, las células que tenían $2n$ cromosomas pasan a tener $4n$. Una vez cruzadas estas plantas tetraploides con las diploides se originan plantas triploides estériles y con un porcentaje muy alto de semillas no viables.

Los híbridos o variedades sin semillas presentan ciertas características a tener presentes:

➤ Los frutos son de buena calidad, con producciones y calidad comparables con las variedades con semilla. Los frutos obtenidos son resistentes al transporte. Con algunas variedades pueden recolectarse frutos muy voluminosos.

- Al ser estéril el polen de estas plantas, es necesario intercalar plantas diploides que actúan como líneas fértiles polinizadoras. Se aconseja entre un 25-30% de líneas polinizadoras en un cultivo.
- Durante el cultivo ha de evitarse el uso de abonos nitrogenados para evitar un desarrollo exagerado de las plantas, muy propenso a ello. Igualmente han de recolectarse los frutos una vez completada su madurez en un plazo muy corto.
- Como principal inconveniente de estas variedades es el alto coste de las semillas.

La utilización de apirenas presenta los siguientes inconvenientes:

- Bajo poder germinativo de la semilla y alto precio.
- Necesidad de polinizador.
- Tamaño excesivo de los frutos.
- Ciclo muy largo.

No obstante, la sandía sin semilla se va abriendo poco a poco mercado, tanto para el mercado nacional como para la exportación. Los consumidores extranjeros la exigen cada vez más a pesar de los precios que, a veces, pueden duplicarse con respecto a los normales.

De entre las variedades cultivadas destacan las siguientes: Reina de Corazones, Iris, Mariola, Boston, Tigre, Motril, Ortal, todas ellas “tipo Crimson”, y Fashion y Fenway de “tipo Sugar”.

2.11 INJERTOS

2.11.1 INTRODUCCIÓN

El injerto comprende la unión de dos partes vivas de la planta que crecen como una sola (Eldestein, 2004). Las plantas injertadas por cualquier método que garantice una buena conexión entre los haces vasculares de las dos plantas, van a tener un comportamiento similar durante el cultivo (Miguel, 2007).



Fotografía 8. Detalle de las partes de un injerto.

El injerto tiene como finalidad evitar el contacto de la planta sensible con el suelo infestado. La variedad a cultivar injertada sobre una planta resistente a la enfermedad que se desea prevenir perteneciente a otra variedad, otra especie u otro género de la misma familia. Paralelamente se obtienen, normalmente, otras ventajas tales como mayor vigor de la planta injertada y mayor producción (Louvet, 1974).

La variedad injertada no deberá modificar la calidad del producto final. Este aspecto es controvertido porque en algunas ocasiones productores o comercializadores aprecian ‘sabores extraños’ cuando lo normal es que no se modifiquen sus cualidades.

Con el fin de que una especie se pueda utilizar como patrón debe de tener ciertas características. Es imprescindible que sea resistente a la enfermedad que se quiera

prevenir. Es deseable, igualmente que sea tolerante a otros patógenos del suelo y que sea vigoroso. Económicamente es muy interesante el vigor del portainjerto pues se traduce en un menor número de plantas por m² o en más kg de producción. Si se trata de buscar precocidad también deberá cumplirse que la raíz del patrón presente una buena actividad a bajas temperaturas (Gómez, 1995).

El plantas injerto en plantas leñosas fue conocido por los chinos desde 1.000 años antes de J.C Aristóteles en su obra (384-322 a.C) trata los injertos con bastante detalle. Durante la época del Imperio romano el injerto era muy popular utilizándose distintos métodos.

Durante el renacimiento hubo un interés renovado por las prácticas del injerto. En el siglo XVI, en Inglaterra, era de uso general el injerto y se sabía que debían hacerse coincidir las capas de *cambium*, aunque no se conocía la función de este tejido. En el siglo XVII, Duhamel estudió la unión de injertos leñosos. Continuó su trabajo Vochtig a finales del XIX (Abad *et al.*, 1999)

El injerto de sandía, para prevenir *Fusarium*, comenzó en Japón en 1914. En 1917 Tachisi, de la universidad Agrícola de Nara, publicó la técnica de injerto de púa y en 1923 Batanabe describió el método de púa oblicua.

En Europa el injerto en hortalizas se realiza desde 1947 entre los horticultores holandeses. Daskaloff (1950) preconizó este procedimiento para cucurbitáceas y solanáceas. Bravenboer (1962) constituye el origen del injerto de las solanáceas. El injerto de aproximación se introdujo en Japón en 1950 procedente de Europa. La única referencia europea sobre el injerto de sandía corresponde a Simonov (1974).

En los últimos años el injerto se ha difundido notablemente en Solanáceas y Cucurbitáceas en algunos países asiáticos (Japón, China, Corea), europeos (España, Italia, Francia) y de la cuenca mediterránea (Israel, Turquía, Marruecos) para hacer frente a la problemática fitosanitaria ligada a la adopción de un sistema de agricultura intensiva, altamente especializada y caracterizada por una fuerte simplificación de la rotación de cultivos.

El porcentaje de plantas injertadas del total producidas en los semilleros es aún relativamente pequeño, debido al coste de la planta. Otras limitaciones a tener en cuenta son la afinidad entre injerto y patrón, la resistencia incompleta al estrés etc.

(Basoccu, 2010). La producción de sandía injerta, en cambio, es elevada, y representa el injerto más extendido en plantas hortícolas.

2.11.2 INJERTO EN CUCURBITÁCEAS

En sandía se emplea el injerto normalmente como método de lucha contra *Fusarium oxysporium* Schlecht f. sp *niveum* Sn et Hn. (FON). Puesto que éste es un parásito estricto, cualquier otra especie distinta a la sandía no se ve afectada por él. Actualmente se ha identificado una línea de sandía silvestre (Pl-296341), resistente a las tres razas conocidas de FON y perfectamente utilizable como portainjertos (Miguel, 1995).

Este hongo produce reducciones en el rendimiento cercanas al 75 %. Cuando este hongo está en la parcela puede mantenerse durante más de 10 años en ausencia de cultivo de sandía, como saprofito (Gómez, 1995).

La sandía injertada sobre Shintoza (*C. máxima* x *C. moschata*) o sobre las variedades Renshi o Sakigake (*Lagenaria siceraria*) crecen mejor con bajas temperaturas del suelo (13 °C) que la sandía sin injertar (Okimura *et al.* 1986. Citado por Camacho y Fernández, 1996).

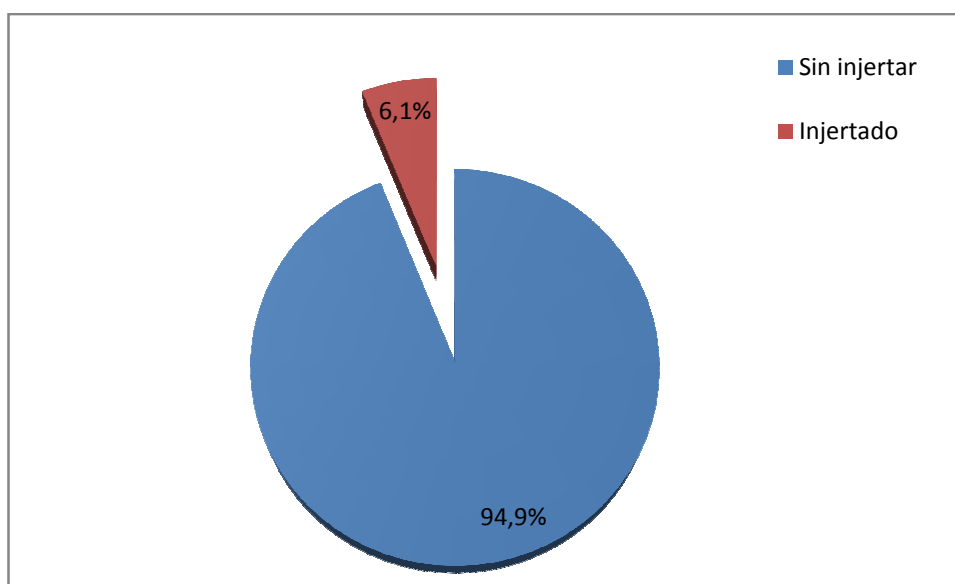


Figura 6. Utilización del injerto en sandía. Campaña 2005/2006.

Los híbridos de cucúrbitas son los más frecuentes. Se trata de híbridos de *C. máxima* x *C. moschata*. Se comercializan distintos híbridos del mismo tipo (Shintoza, Tetsukabuto, Brava, RS-841, Kamel, etc.). En los ensayos realizados rara vez se han apreciado diferencias importantes de comportamiento entre unos y otros. Son resistentes al FON de la sandía, *Verticillium*, tolerantes a *Phytophthora* y Nematodos. Se emplean tanto para sandía como para melón (Gómez, 1995).

➤ *Leguminaria siceraria*: La planta más conocida de este tipo es la Calabaza de peregrino, aunque las variedades más utilizadas (Kyosei, P-950) tienen frutos alargados. Esta es la especie más citada como portainjertos de sandía por la bibliografía japonesa, sin embargo, presenta menor producción que los patrones mencionados.

➤ *Citrullus lanatus*: es la sandía. Como patrón puede utilizarse alguna variedad resistente a las razas de FON que estén presentes en el suelo. La línea PI-296341 FR, seleccionada de sandía silvestre, es resistente a las tres razas conocidas y tiene un buen comportamiento frente a la enfermedad. Hay un inconveniente adicional con esta especie: la dificultad de identificar rebrotes del patrón, que deben ser eliminados, ya que sus hojas son similares a las de la sandía cultivada.

➤ *Cucurbita moschata*: de esta especie solo una variedad población (Calabaza de Violín) se viene utilizando como patrón desde hace 10-15 años, aunque en pequeña proporción. Su comportamiento es variable, presentando diferencias de afinidad entre líneas de calabaza y variedades de sandía. Posiblemente es necesario seleccionar las variedades con mayor índice de compatibilidad (Gómez, 1995).



Fotografía 9. Detalle de híbridos de *C. máxima* x *C. moschata*.

Tabla 17. Resistencia de patrones empleados en cucurbitáceas a principales enfermedades (Miguel, 2007).

	FON	Phom.	Olp.	V.d	Py	Nem.
Cucurbita híbrida	+++	++	+++	+++	++	++
Legendaria siceraria	+++	¿?	¿?	-	-	-
Citrullus	+++	-	-	-	-	-
Cucurbita moschata	+++	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?

F.O.N *Fusarium oxysporum f. sp. Niveum*

Olp. *Olpidium sp.*

V.d. *Verticillium dahliae*

Py *Pythium sp.*

Nem. Nematodos

Entre los portainjertos empleados en el sudeste español destacan Gladiator F1, Hercules F1, RS-841, Ares F1 etc.

2.11.3 TIPOS DE INJERTO

➤ Injerto de púa japonés: método de injerto comúnmente utilizado en Asia. Este método garantiza una unión muy fuerte entre patrón y variedad. Originalmente fue desarrollado para el injerto mecanizado. Es adecuado para aumentar la producción. Cuenta con la ventaja de ser una técnica sencilla, que puede ser realizado sin raíces y tiene como beneficio el desarrollo del sistema radicular adventicio (Kubota, 2010).

➤ Injerto de aproximación: esta técnica puede asegurar una alta tasa de éxito, aunque se necesita más tiempo para que el injerto esté terminado. Las raíces de la variedad se cortan después de la formación del callo, y por lo tanto presenta un alto porcentaje de éxito incluso en condiciones desfavorables de cicatrización. Este método de injerto también tiene cierto grado de flexibilidad en términos de tamaño coincidente de injerto y patrón. Como los brotes del patrón se eliminan por completo, este es el método que tiene la menor probabilidad de desarrollar brotes de rizoma en el campo (Kubota, 2010).

2.11.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNIÓN DEL INJERTO

Actividad de crecimiento del patrón: la actividad cambial se debe a un estímulo de auxinas y giberelinas producidas en las yemas en crecimiento. Si el patrón está en fase de reposo o crecimiento lento es más difícil la producción de *cambium* en el injerto. Cuando el patrón está hiperactivo (presión excesiva de las raíces) o hipoactivo, debe dejársele algún órgano por encima del injerto, que actúa de tiravías.

Técnicas de injerto: si se pone en contacto sólo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente, Aunque haya una buena cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, esta unión tan escasa impedirá el movimiento suficiente del agua y se producirá el colapso de la planta injertada.

Contaminación con patógenos: en ocasiones entran en las heridas, producidas al injertar, bacterias y hongos que causan la pérdida del injerto (Hartmann y Kester, 1991). Para prevenir estas infecciones se deben seguir unas normas de higiene como son el empleo de guantes o la limpieza de manos, el uso de cuchillas nuevas etc.

Era necesario asegurar, durante la fase posterior al injerto, que no llegasen a marchitarse ni el patrón ni la variedad. El marchitamiento de la variedad se produce con extrema facilidad en el caso de injertos de púa. A la vez debe mantenerse una buena temperatura para que se produzca la soldadura del injerto (Camacho y Fernández, 2000).

Incompatibilidad: la capacidad de dos plantas diferentes de unirse y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta es lo que se llama compatibilidad. La diferencia entre injerto compatible e incompatible no está bien definida. Desde especies que tienen una relación estrecha y unen con facilidad, hasta otras no relacionadas entre sí incapaces de unirse, hay una graduación intermedia de plantas que forman soldadura, pero con el tiempo muestran síntomas de desarreglo en la unión o en su hábito de crecimiento.

La incompatibilidad suele manifestarse con alguno de estos síntomas:

- Alto porcentaje de fallos en el injerto.
- Amarilleo del follaje, a veces defoliación y falta de crecimiento.
- Muerte prematura de la planta.
- Diferencias marcadas en la tasa de crecimiento entre patrón y variedad.
- Desarrollo excesivo de la unión, arriba o debajo de ella (miriñaque).
- Ruptura por la unión del injerto.

La aparición, de forma aislada, de uno o varios de los síntomas antes descritos no significa necesariamente que la unión sea incompatible. Estos síntomas pueden ser consecuencia de condiciones ambientales desfavorables, presencia de enfermedades o malas técnicas de injerto.

Hay dos tipos de incompatibilidad: localizada y traslocada:

- La incompatibilidad localizada depende del contacto entre patrón y

variedad. Si se utiliza un patrón intermedio se elimina esta reacción. En este tipo de unión es mecánicamente débil, presentando una interrupción en la continuidad de los tejidos vasculares. Los síntomas externos se desarrollan con lentitud, presentándose en proporción al grado de alteración en el injerto. Debido a las dificultades de traslocación a través del injerto, finalmente las raíces mueren por agotamiento.

➤ La incompatibilidad traslocada no es corregida por un patrón intermedio compatible. Este tipo produce degeneración del floema y se forma una línea de color pardo o una zona necrótica en el injerto. La unión presenta dificultades de movimiento de carbohidratos: acumulación arriba y reducción abajo.

2.12 SEMILLEROS ECOLÓGICOS

2.12.1 INTRODUCCIÓN

La Agricultura Ecológica en Andalucía ha experimentado un gran avance desde el año 1995 motivado principalmente por las dos siguientes razones:

➤ Las ayudas agroambientales propuestas por las instituciones han sido las causantes de la entrada en este sistema de control de cultivos extensivos, tanto leñosos como herbáceos.

➤ Cada vez más, existe una mayor demanda por alimentos seguros y cuyos sistemas de producción respeten el medio ambiente. Esto ha ocasionado un interés importante de los sectores de producción agrícola más intensiva (cítricos, hortícolas, invernadero, etc.).

El desarrollo de la agricultura ecológica también se ha podido apreciar dado el avance de superficie de cultivo bajo abrigo (invernaderos), destinados a este tipo de agricultura, que actualmente supera las 170 ha.

El desarrollo de este sistema de producción en invernaderos ha ocasionado el desarrollo de una empresa auxiliar destinada a cubrir las necesidades demandadas por estas explotaciones, principalmente, en cuanto a tratamientos fitosanitarios y fertilizantes en agricultura ecológica y desde el año 1998, también las necesidades de plantas producidas de forma ecológica.

A partir de 1998, la exigencia de la legislación europea del uso de plantones producidos de forma ecológica y el incremento de la superficie destinada a la agricultura ecológica en invernaderos, ha generado un desarrollo paralelo de secciones ecológicas en semilleros para cubrir la demanda exigente de plantas ecológicas contando actualmente en Almería con numerosos semilleros que presentan una línea de producción de plantas ecológicas.



Fotografía 10. Detalle de acceso a la zona de producción ecológica.

2.12.2 REQUISITOS

Los requisitos para la producción de planta ecológica vienen recogidas en el Reglamento (CE) nº 2092/91 de 24 de junio de 1991.

En dicho reglamento se recoge textualmente, en el Artículo 6 bis, (página 14), la información referente a los requisitos para la producción de planta ecológica que se cita a continuación:

- Se entenderá por “plántulas” las plantas enteras destinadas a la plantación para la producción de vegetales.
- El método de producción ecológica supone que, cuando los productores utilicen dichas plántulas, éstas deberán haber sido producidas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 6 (donde se define el método de producción ecológica).

La legislación española también debe tenerse en cuenta en lo referente a la producción de plantas de viveros y respecto a esto, comentar que en la Ley de Semillas y Plantas de Vivero y de Recursos Filogenéticos es novedosa la inclusión de “los preceptos relativos a la protección y gestión de los recursos filogenéticos, debido a que éstos son la fuente de los materiales de reproducción disponibles y constituyen una garantía de la seguridad alimentaria para hoy y el futuro”.

A continuación se detalla de una forma práctica los criterios que se siguen para la producción de plantas ecológicas. Para facilitar la comprensión de éstos, se diferenciará entre requisitos, es decir, aquellos puntos que deben ser cumplidos obligatoriamente para ser reconocidas las plantas conforme al sistema de producción ecológica y recomendaciones, aquellos puntos que aunque no son obligatorios, es importante tener en cuenta porque ahondan en un sistema de producción más sostenible y respetuoso con el medio ambiente y a medio-largo plazo acabarán siendo requisitos.

Los requisitos y recomendaciones para un sistema segregado, partiendo de una producción ya existente en convencional se detallan a continuación

2.12.3 INFRAESTRUCTURAS

• Almacenamiento del material:

➤ Requisitos: deberá estar identificada la zona para el almacenamiento y recepción del material que se pretenda utilizar para la unidad ecológica, diferenciado de la zona destinada a unidad no ecológica. Si esto no fuese posible deberá existir un sistema documentado e implantado que garantice la ausencia de riesgos de contaminación cruzada. Deberá existir justificante de los materiales utilizados mediante registro de entrada o albaranes y existencias.

➤ Recomendaciones: Es interesante un tratamiento diferenciado de la entrada del material a nivel contable, de tal forma que no hay posibilidad de confusión entre el material de la unidad ecológica y el material de la unidad convencional.

• Maquinaria de siembra:

➤ Requisitos: debe existir un sistema documentado e implantado que evite los posibles riesgos de contaminación cruzada de las semillas usadas en la unidad ecológica por los materiales usados en la siembra de la semilla convencional. Los productos usados para la limpieza de la maquinaria sólo podrán ser los incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91.

➤ Recomendaciones: es interesante una separación física de la siembra de la unidad ecológica con respecto a la siembra de la unidad convencional. Es interesante que para la limpieza de la maquinaria de siembra, se use sólo aire y/o vapor de agua.

• **Cámara de germinación:**

➤ Requisitos: debe existir un sistema documentado e implantado que evite los posibles riesgos de mezcla entre las bandejas de plantas de la unidad ecológica y las bandejas de plantas de la unidad no ecológica. Los tratamientos de desinfección de la cámara de germinación, cuando ésta sea compartida, sólo podrán hacerse con los productos incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91.

➤ Recomendaciones: es interesante destinar cámaras de germinación distintas para las plantas de la unidad ecológica con respecto a las plantas de la unidad no ecológica, cuando en ésta se realicen tratamientos con productos no incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91. Es interesante que para la desinfección de la cámara de germinación se use sólo vapor de agua.

• **Cámara de cultivo**

➤ Requisitos: debe existir un sistema documentado e implantado que evite los posibles riesgos de mezcla entre las bandejas de plantas de la unidad ecológica y las bandejas de plantas de la unidad no ecológica. Los tratamientos de desinfección de la cámara de cultivo, cuando ésta sea compartida, sólo podrán hacerse con los productos incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91.

➤ Recomendaciones: es interesante destinar cámaras de cultivo distintas para las plantas de la unidad ecológica con respecto a las plantas de la unidad no ecológica, cuando en ésta se realicen tratamientos con productos no incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91. Es interesante que para la desinfección de la cámara de cultivo se use sólo vapor de agua.

- **Taller de injertos:**

- Requisitos: debe existir un sistema documentado e implantado que evite los posibles riesgos de contaminación cruzada de los injertos realizados en plantas de la unidad ecológica respecto a los injertos realizados en plantas de la unidad no ecológica. Los tratamientos de desinfección sobre el injerto sólo podrán hacerse con productos incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91. Los tratamientos de desinfección y limpieza en el taller de injertos sólo podrán hacerse con los productos incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91.

- Recomendaciones: es interesante establecer una línea para la realización de injertos de la unidad ecológica diferenciada físicamente de la línea de la unidad no ecológica. Es interesante que las desinfecciones realizadas en el taller de injertos se realicen con vapor de agua.

- **Identificación de las partidas**

- Requisitos: las partidas deberán, en el momento de salida, indicar que han sido producidas de forma ecológica. Los albaranes y facturas de las partidas elaboradas en la unidad ecológica deberán diferenciarse de los albaranes y facturas de la unidad no ecológica.

- Recomendaciones: es interesante que las bandejas, albaranes y facturas usados en la unidad ecológica, sean de color distinto a los usados en la unidad no ecológica.

- **Unidad de cultivo:**

- Requisitos: la unidad de cultivo ecológica deberá estar separada físicamente de unidad de cultivo no ecológica mediante seto cortavientos y otra barrera que impida la contaminación por deriva de los tratamientos realizados en la unidad no ecológica. Las tuberías de riego de la unidad ecológica han de estar separadas del resto del sistema de riego y correctamente identificadas. El sistema de fertirrigación utilizado debe ser independiente del usado en la unidad no ecológica. Debe existir un sistema documentado e implantado que establezca cómo se van a evitar los riesgos de contaminación cruzada por compartir el sistema de tratamiento

fitosanitario. Este sistema deberá incluir un procedimiento de autocontrol de residuos de productos fitosanitarios que garantice la ausencia de los mismos en las plantas cultivadas en la unidad ecológica.

➤ Recomendaciones: es interesante desarrollar la unidad ecológica en un invernadero totalmente independiente del resto del semillero, que presente un sistema de fertirrigación y tratamientos fitosanitario en habitáculo independiente.

2.12.4 MATERIALES

• Semillas y material de reproducción vegetativa:

➤ Requisitos: se deberá garantizar que el parental femenino, si se trata de semillas, y el parental, si se trata de material de reproducción vegetativa, deben haberse producido:

- Sin usar organismos modificados genéticamente ni productos derivados de estos organismos.

- De acuerdo con lo dispuesto a las normas de producción ecológica, según el Reglamento (CEE) nº 2092/91. Se deberá pedir autorización al organismo de control para el uso de semillas no ecológica. El solicitante de la autorización deberá asegurarse, previamente, que el material en cuestión para el que se pide la autorización:

- No está inscrita en la base de datos de variedades ecológicas que existe actualmente en la web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- No se ha tratado con productos fitosanitarios distintos de los recogidos en el Reglamento (CEE) nº 2092/91, a menos que por razones fitosanitarias, la autoridad competente del Estado miembro haya prescrito de conformidad con la Directiva 2000/29/CE del Consejo, un tratamiento químico para todas las variedades de una especie concreta en la zona en la que vayan a utilizarse las semillas o las patatas de siembra.

- No se encuentra disponible en el mercado comunitario dicha semilla obtenida de forma ecológica.

- Por razones fitosanitarias, la autoridad competente del Estado miembro haya prescrito de conformidad con la Directiva 2000/29/CE del Consejo, un

tratamiento químico para todas las variedades de una especie concreta en la zona en la que vayan a utilizarse las semillas o las patatas de siembra. No se han utilizado organismos modificados genéticamente ni productos derivados de dichos organismos.

➤ Recomendaciones: es interesante que en caso de realizar desinfección sobre las semillas ésta se realice con vapor de agua.

• **Bandejas y fundas:**

➤ Requisitos: las bandejas y fundas usadas en la unidad ecológica deberán estar identificadas y diferenciadas en todo el proceso de producción, de tal forma que se evite la mezcla de bandejas y fundas usadas en la unidad ecológica y en la unidad no ecológica. Esto no se deberá tener en cuenta cuando las bandejas y fundas sean de un solo uso. El material de fabricación de las bandejas y fundas deberá ser reciclable. Las bandejas y fundas que se desechen deberán gestionarse de tal forma que no generen impacto sobre el medio. Las desinfecciones realizadas sobre las bandejas y fundas se deberán realizar con productos recogidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91.

➤ Recomendaciones: es interesante reutilizar, en la medida de lo posible, las bandejas utilizadas en la unidad ecológica. Éstas deberán estar identificadas. Es interesante realizar las desinfecciones exclusivamente con vapor de agua.

• **Sustrato:**

➤ Requisitos: el sustrato deberá estar constituido por uno o varios (en distintas proporciones) de los siguientes materiales, que serán la base de la mezcla: Turba, compost o mantillo, serrín de madera, cenizas de madera.

Además se podrán aportar los siguientes materiales a la mezcla realizada:

- Cualquier material orgánico o minerales de origen natural incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91.

- Vermiculita.

- Perlita.

El sustrato no deberá recibir ningún tipo de desinfección química no autorizada. El sustrato no deberá incorporar ningún tipo de fertilizante de síntesis química.

➤ Recomendaciones: es interesante que la mezcla que constituye el

sustrato presente entre un 40- 60% de compost o mantillo. Si fuese necesario algún tipo de desinfección del sustrato previo a su uso, es interesante que ésta fuese con vapor de agua o solarización.

2.12.5 MANEJO

• Control de plagas y enfermedades:

➤ Requisitos: los productos utilizados en la unidad ecológica para el control de plagas y enfermedades deberán estar incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91 y/o autorizados por el organismo de control. La cantidad de cobre usado no deberá superar 6 Kg/ha y año a partir de enero de 2006. Se deben usar mallas en las bandas y ventanas cenitales, así como dobles puertas.

➤ Recomendaciones: es interesante que la unidad ecológica presente una estructura adecuada para permitir un manejo óptimo de las condiciones ambientales. Es interesante el uso de plantas trampas y/o atrayentes. Es interesante el uso de la lucha biológica y medidas físicas, previo al uso de tratamientos fitosanitarios. Es interesante colocar las plantas siempre en mesas de cultivo sobre bandejas con fundas, de tal forma que se prevengan las posibles infecciones y ataques de plagas.

• Fertilización:

➤ Requisitos: los productos utilizados en la unidad ecológica para la fertilización deberán estar incluidos en el Reglamento (CE) nº 2092/91 y/o autorizados por el organismo de control.

➤ Recomendaciones: es interesante basar parte de la fertilización en la preparación de un sustrato que incorpore entre un 40-60% de compost o mantillo.

2.12.6 PRODUCCIÓN INTEGRADA EN SEMILLEROS

Siguiendo los criterios de la OILB (Organisation internationale de lutte Biologique et Intégrée contre les Animaux et les Plantes Nuisibles) según el Real

Decreto que regula esta producción, se entiende por Producción Integrada el sistema agrícola de obtención de vegetales que utiliza al máximo los recursos y mecanismos de producción naturales y asegura a largo plazo una agricultura sostenible, introduciendo en ella mecanismos biológicos y químicos de control así como otras técnicas que compatibilicen las exigencias de la sociedad, la protección del medio ambiente y la productividad agrícola, así como las operaciones realizadas para la manipulación, envasado, transformación y etiquetado de productos vegetales acogidos al sistema.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

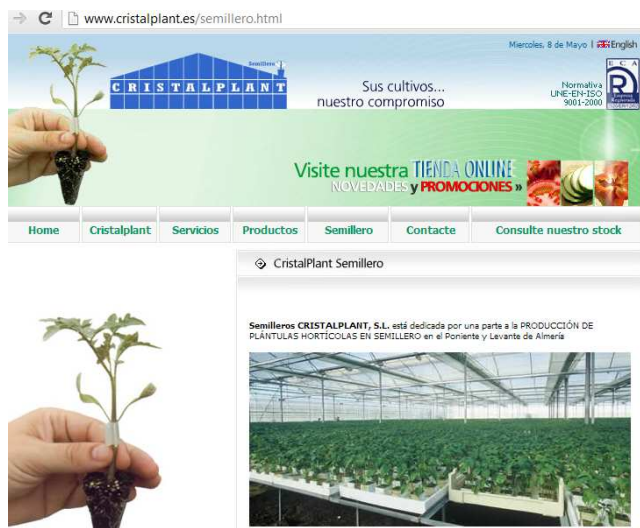
3.1 EMPLAZAMIENTO DEL ENSAYO

3.1.1 DATOS DE LA EMPRESA

Cristalplant división semillero SL forma parte de un grupo de empresas asociadas, Quimicristal y Agrocristal. Es una empresa dedicada a la producción de plántulas hortícolas en distintos tipos de sustrato como turba, perlita y lana de roca, entre otros.

Nace en Diciembre de 1992. Su nombre surgió por la asociación de dos palabras. Invernadero, de allí la palabra cristal, y Plant por la comercialización de plantas. Ese año, tres socios deciden comprar una parcela de 25.000 m² que antiguamente pertenecía a “Tierras de Almería”. Dentro de aquella parcela había un invernadero de cristal. En estos primeros compases de la empresa se construyeron además zonas de cultivo, una pequeña oficina y almacén. En el año 1997 deciden ampliar la empresa y comprar las instalaciones del semillero de Cartabona con 11.000 m² de terreno cultivable. En 1998 se amplían las instalaciones de Cristalplant junto a las instalaciones iniciales, en el Paraje La Cumbre, con una nueva adquisición de 45.000 m² de parcela. En 1999 continúa la expansión, esta vez con 25.000 m² de terreno perteneciente al Paraje el Rodón en Campohermoso. En 2002 la empresa compra las instalaciones de los semilleros AldeillaPlant que también habían pertenecido a la antigua “Tierras de Almería”. La siguiente adquisición tuvo lugar en el año 2005 en la localidad de Níjar, al comprar las parcelas de los semilleros Geiplant. En 2012 Cristalplant división semillero SL hizo la última compra con un nuevo semillero en la localidad granadina de Motril.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.



Fotografía 11. Página web de la empresa. www.cristalplant.es.

El semillero de El Viso, donde se realizó el ensayo, se encuentra en el término municipal de Níjar.



Figura 7. Comarca de Níjar.

La finca se sitúa en dos parcelas adyacentes, localizadas en el Paraje El Viso s/n perteneciente al municipio de Almería y al de Níjar. En la tabla 1 se presentan los datos catastrales de las parcelas.

Tabla 18. Descripción de las fincas.

Parcela nº1	Parcela nº2
Naturaleza del bien: No Urbanizable. Municipio: Almería Polígono: 72 Parcela: 109 Superficie: 11.553,00 m ²	Naturaleza del Bien: No Urbanizable. Municipio: Níjar Polígono: 212 Parcela: 109 Superficie: 26.700,00 m ²

Estos datos han sido extraídos desde la plataforma del ministerio de Agricultura, alimentación y medio ambiente utilizando el software Sigpac.

La finca está ubicada a 26,3 km de Almería, 195 km de Murcia y 172 km de Granada. Se encuentra en la carretera nacional ALP-204. Cuenta con la gran ventaja de ser accesible para todo tipo de tráileres así como de tener un acceso a la autovía E-15/A-7 a 1,5 km.



Figura 8. Mapa de carreteras de la zona.

3.1.2 INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.

3.1.2.1 INVERNADERO

El invernadero de la finca cuenta con una superficie de 32.050 m², donde se encuentran las mesas de cultivo, almacenes, cámaras de germinación, zona de siembra, taller de injertos, pasillos y cabezal de riego. El invernadero es de tipo multicapilla curvo de arcos simétricos, con una estructura metálica de tubos de hierro galvanizado. Consta de 23 arcos cada uno de los cuales con un ancho de 7.5 m. Las bandas del invernadero están cubiertas de lámina de PVC y las cubiertas cenitales son de plástico tricapa de 900 galgas. Posee ventilación cenital en forma de medio arco presentando ventanas en todos los arcos cubriendo así toda la longitud de las bandas. En la zona donde se encuentran situadas las mesas de cultivo, que ocupan una extensión de 31.000 m², se diferencian 3 sectores, dedicados dos de ellos al cultivo convencional y el tercero al ecológico. Estos sectores se subdividen en 62 mesas de cultivo. La capacidad del invernadero es de 55.000 bandejas. Bajo la cubierta posee un emparrillado de alambre adicional que permite la colocación de mallas de sombreo en verano y sirve de apoyo para la colocación de doble techo en invierno.



Fotografía 12. Detalle del exterior del invernadero.

En el periodo en el que se ha realizado en ensayo, se empleó principalmente sistema de calefacción por aire, excepto en los sectores de calefacción 17 y 18 de la finca A, que se empleó un sistema de calefacción por agua caliente.



Fotografía 13. Detalle de calefacción por agua caliente recirculada.



Fotografía 14. detalle del interior del invernadero.

Para repartir mejor el calor fue distribuido conectando al equipo una tubería o manga flexible con perforaciones en todo su recorrido y sin salida en el otro extremo. El combustible empleado fue el gasoil agrícola.

Para optimizar el rendimiento y ahorrar combustible, el invernadero fue dividido en sectores de calefacción con doble techo, colocando plástico térmico anticondensación de 150 galgas, que fueron retirados en el mes de marzo.



Fotografía 15. Detalle del doble techo.



Fotografía 16. Detalle del sistema de calefacción por aire caliente.

En el invernadero la ventilación es cenital y en forma de medio arco. La orientación de las mismas es en dirección este-oeste. Su funcionamiento está automatizado mediante motorreductores y el movimiento es transmitido por un eje que transmite el movimiento a las cremalleras que levantan la ventana.

Además hay instalados unos ventiladores muy básicos y su funcionamiento está, automatizado por lo que se hace circular el aire a un bajo coste.

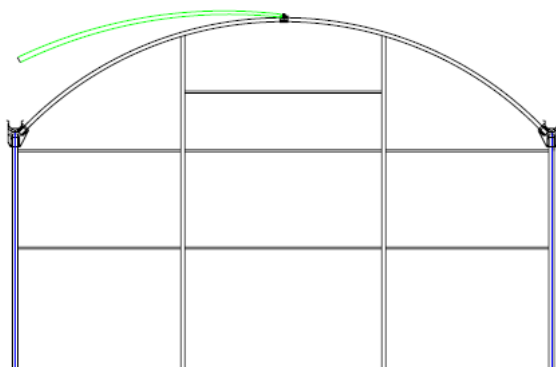


Figura 9. Ventilación cenital en medio arco.



Fotografía 17. Sistema de control automatizado con cremalleras.

Las mesas de cultivo instaladas en las fincas se detallan a continuación: las bandejas del sector 1 se colocan sobre mesas de cultivo compuestas por tubos galvanizados horizontales montados sobre tubos verticales. En el sector 2 las estructuras verticales que sostienen los tubos galvanizados horizontales son bloques de

hormigón. En el sector 3 las bandejas se apoyan sobre viguetas de hormigón montadas sobre bloques del mismo material.



Fotografía 18. Detalle de las mesas de cultivo con viguetas verticales



Fotografía 19. Detalle de las mesas de cultivo con bloques de hormigón

Bajo las mesas de cultivo el suelo es grava para facilitar el drenaje y entre las mesas los pasillos son de hormigón para favorecer el tránsito.

3.1.2.2 MAQUINARIA DE SIEMBRA

En la fase de siembra, la maquinaria empleada fue una sembradora industrial, tipo Antolinez, formada por un equipo de elementos que realizan simultáneamente todas las operaciones de siembra. El tren de siembra consta de:

- Mezclador de sustratos: Consiste en una tolva con una capacidad volumétrica de 750 litros de sustrato; tiene un molino mezclador y un sinfín elevador que lleva la mezcla de sustratos hasta el módulo de llenado y prensado.
- Alimentador de bandejas: Consiste en un elemento de dimensiones similares a las de las bandejas (50 x 70 cm) con capacidad para 15 unidades. Las

bandejas pasan mediante el arrastre mecánico producido por un cilindro neumático, posicionando correctamente cada bandeja en el lugar y módulo exacto.

➤ Módulo de llenado y prensado: compuesto por un sinfín elevador que dosifica la cantidad de sustrato por bandeja; una tolva de recepción, debajo de la cual se sitúa la bandeja y unas aspas giratorias que van llenando y prensando el sustrato.

➤ Módulo de punzonado: Consta de un puente mecánico sobre el que va instalado un cilindro neumático, que se une a una plancha de aluminio de 1,5 cm de espesor y de iguales dimensiones a la de la bandeja. Esta plancha contiene en su parte inferior tantos conos invertidos como alveolos tenga la bandeja y en la misma disposición. Al descender la plancha sobre la bandeja llena de sustrato, según las órdenes recibidas de los sensores de siembra, marca unas hendiduras de 1 a 2 cm de profundidad en cada alveolo, siendo la profundidad regulable según la semilla a sembrar.

➤ Cabezal de siembra: consta de una parte fija llamada pulpo, formada por una placa superior perforada en forma de embudo que se une mediante tubos de P.E. la placa inferior, donde cae la semilla y mediante una compuerta neumática que se abre deja la semilla en cada alveolo; y una parte móvil con el depósito de semilla, placa perforada de aspiración, vibrador, peine de barrido y elemento de soplado de semilla, todo un complejo perfectamente armonizado y controlado por un autómata.

➤ Módulo de tapado: Pequeña parte simple pero de gran importancia en el proceso de siembra. Está compuesto por una tolva de forma troncopiramidal que en el fondo lleva una apertura para dejar caer el material para cubrir las semillas sembradas. La capacidad es de 50 litros y permite tapar unas 50 bandejas. Además, posee un raspador para eliminar el material sobrante.

➤ Túnel de riego: túnel con capacidad para 3 bandejas que tiene instaladas en su techo electroválvulas con sus correspondientes boquillas de riego. El sistema inyecta junto con el agua de riego el primer tratamiento fungicida, previo a la germinación.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plánula injertada de sandía.



Fotografía 20. Detalle del contenedor de sustrato y mezclador de sustrato.



Fotografía 21. Detalle del alimentador de sustratos.



Fotografía 22. Modulo de llenado y prensado.



Fotografía 23. Detalle del cabezal de siembra.



Fotografía 24. Detalle del túnel de riego.



Fotografía 25. Detalle de la máquina de siembra.

3.1.2.3 CÁMARA DE GERMINACIÓN

La finca cuenta con dos cámaras de germinación, una para el cultivo en convencional y la otra para el cultivo en ecológico, requisitos por ley. Están construidas por paneles prefabricados termoaislantes y constan de una puerta de entrada y salida.

La maquinaria necesaria para mantener el microclima interior de las instalaciones consta de un equipo de aire acondicionado reversible (frio-calor), un equipo humidificador (fog system), sondas de temperatura y de humedad relativa, cuadro de automatismo con termostato e higrómetro de lectura y control.



Fotografía 26. Cuadro de mando de la cámara de germinación.

3.1.2.4 TALLER DE INJERTO

En el ensayo descrito, se optó la especialización del personal para la realización del injerto con tareas concretas como son el corte del portainjerto, el corte de la ‘cabeza’ del injerto, la unión de ambas partes y la colocación de una pinza, el transporte etc.



Fotografía 27. Detalle de las mesas donde se realizaron los injertos.

3.1.2.5 TÚNELES DE PRENDIMIENTO

Se trata de una zona independizada del resto de las mesas de cultivo. Es una estructura compuesta por pequeños invernaderos tipo túnel de 1,6 m de altitud y 1.5 m de ancho en los que se disponen mesas de cultivo idénticas al resto. Se componen de simples estructuras metálicas, cuerda y plástico anticondensación. El recinto tiene instalado tecnología de control ambiental: sistemas de calefacción y de refrigeración.

La finca consta de 48 túneles dispuestos en 4 filas. El recinto utilizado se divide del resto y consta de un acceso a través de las mesas de cultivo y otro a través del taller de injertos.

En el ensayo descrito los injertos de sandía realizados por el método de púa japonés, fueron dispuestos en unos túneles de prendimiento para un correcto desarrollo en el proceso de injertado, ya que es imprescindible un control ambiental, debido a que los injertos realizados por este método no poseen raíces al comienzo y es de vital importancia mantener unas condiciones de humedad y temperatura óptimas para favorecer la cicatrización de la herida producida por el injertado así como evitar la pérdida de agua de la plántula pudiendo desarrollarse así las nuevas raíces.

Las bandejas eran llevadas a la cámara de prendimiento mediante carros de transporte con un máximo de 1 hora desde la realización del injerto, donde permanecían 5 días con unos valores de temperatura que oscilaban entre los 17 °C y los 36 °C y una humedad relativa con valores próximos al 95 % antes de ser sometidas a condiciones de aclimatación 2 días y finalmente eran repicadas en bandejas con formato de 54 alveolos y llevadas a su ubicación final en el invernadero (mesas de cultivo).

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.



Fotografía 28. Detalle de los túneles de prendimiento.

Los túneles eran ventilados periódicamente para la renovación del aire. Se empleó como técnica de refrigeración el ‘Cooling system’ cuándo las temperaturas del recinto superaron los 32° C.



Fotografía 29. Detalle de un sistema “Cooling System”.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plátula injertada de sandía.

Como técnica de calefacción, en la finca A se utilizó agua caliente por medio de una serie de tubos conectados a una caldera en un circuito cerrado con retorno. Estos tubos están situados a una altura de 50 cm del suelo.



Fotografía 30. Detalle de la caldera instalada en la finca.

3.1.2.6 SISTEMA DE FERTIRRIEGO

El cabezal de riego instalado en finca A, utiliza un controlador Xilema NX 300 con las siguientes características:

- Controla el pH y CE.
- 7 abonos más ácido/base.
- Inicio del riego por horario o por bandeja de demanda.
- Comunicación con PC.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.



Fotografía 31. Detalle de un controlador Xilema NX 300.

El cabezal está situado junto al almacén para facilitar el movimiento de materiales. Posee una zona de almacenamiento de los abonos usados en ese momento y una estantería donde se disponen de herramientas de medida de peso y de volumen, instrucciones de los equipos instalados, calibración de sensores etc.



Fotografía 32. Detalle de microaspersor.



Fotografía 33. Detalle de riego con manguera.

En el ensayo descrito, el riego se realizó mediante mangueras, habiendo quedado el sistema por microaspersión fija como un riego de apoyo ocasional, excepto en los túneles de prendimiento donde fue el sistema utilizado.

La finca donde se realizó el ensayo cuenta con una balsa construida bajo tierra y techada, evitando posibles contaminantes que podrían propagarse rápidamente a las plántulas injertadas por el agua del riego. El agua que se empleó provenía de pozo y de agua tratada en la desaladora de Carboneras (Almería).



Fotografía 34. Detalle de la balsa de riego.

3.1.2.7 SISTEMA DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

El sistema utilizado fue el de pulverización de alto volumen. Los tratamientos fitosanitarios fueron llevados a cabo por el operario responsable de los tratamientos fitosanitarios en dicho semillero, teniendo éste la licencia exigida por las autoridades como aplicador de productos fitosanitarios.



Fotografía 35. Detalle del pulverizador hidroneumático de chorro proyectado.

3.1.2.8 OTRAS INSTALACIONES DEL SEMILLERO

La finca cuenta además con un despacho y una sala de juntas

Otras instalaciones existentes son:

- Comedores.
- Servicios.
- Muelles de carga y descarga.
- Casa para el guarda.
- Aparcamientos.
- Almacenes.
- Taquillas.
- Máquina de café.

3.1.2.9 RECURSOS MATERIALES

- Una máquina de siembra.
- Un camión con capacidad para 260 bandejas.
- Un elevador.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plánula injertada de sandía.

- Tres traspaletas manuales.
- Una traspaleta electrónica.
- Ocho generadores de aire caliente.
- Dos calderas de agua caliente.
- 1 pulverizador hidroneumático de chorro proyectado.
- 1 deposito de gasoil con capacidad para 15.000 l.
- Otros útiles: tenazas, bisturíes, mochilas de tratamiento, herramientas

etc.



Fotografía 36. Detalle de la oficina.



Fotografía 37. Detalle del elevador.



Fotografía 38. Detalle de camión y muelle de carga.



Fotografía 39. Detalle del aparcamiento.



Fotografía 40. Detalle de las taquillas de los operarios.



Fotografía 41. Detalle del depósito de combustible.

3.1.2.10 RECURSOS HUMANOS

La plantilla con la que cuenta el semillero varía mucho dependiendo del momento y las necesidades de cada campaña, por lo que la mayoría de los trabajadores son eventuales.

La finca cuenta con:

- Un encargado de personal y de instalaciones.
- Un conductor.
- 2 secretarias.
- 7 operarios.

En época de mayor trabajo la plantilla de trabajadores puede incrementarse en 20 trabajadores eventuales en cada finca.

3.2 MATERIALES

3.2.1 BANDEJAS DE CULTIVO

Para la realización del ensayo, los contenedores empleados fueron bandejas de poliestireno expandido. El logo de la empresa está impreso en ellas.



Fotografía 42. Detalle de bandejas almacenadas de polipropileno y serigrafiadas.

El ensayo se realizó en 2 tipos de bandeja, de 24 y 54 alveolos. Cuyos volúmenes son $530,51 \text{ cm}^3$ y $188,13 \text{ cm}^3$ respectivamente, además de la bandeja con capacidad para 150 alveolos, empleada para la germinación de variedad y patrón, con un volumen de $48,95 \text{ cm}^3$.



Fotografía 43. Detalle de los sustratos empleados.

3.2.2 SUSTRATO

El sustrato empleado en el ensayo fue Turba Parda 540 W FM100 de Kekkila Garden. Se trata de una mezcla de turba con fibra de coco (12 %) y arcilla granulada (20 kg/m³). La fibra de coco mejora el drenaje y por lo tanto la capacidad de aireación. Además, mejora la humectabilidad del sustrato. El efecto de la arcilla granulada es una mejora del almacenamiento de los nutrientes y de agua, un crecimiento más compacto y por lo tanto una mayor resistencia a la sequia de las plántulas. También posee otros aditivos como fertilizante base 14-16-18 más microelementos, dolomita y agentes humectantes. Posee un pH de 5,5 y una conductividad eléctrica de 2,4 mS cm⁻¹ en condiciones de saturación.

Otra turba utilizada en el ensayo fue TM2 de Projar profesional. Se trata de turba rubia al 100 % presentada en una granulometría de 5–40 mm. Posee aditivos tales como la dolomita cálcica (3 kg m⁻³). Fertilizado base 14-16-18 (1,2 kg m⁻³). El pH varía en torno a 5,5 - 6 y la conductividad eléctrica lo hace aproximadamente entre 2 -2,3 mS cm⁻¹, en condiciones de saturación ambos valores.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

Además, se empleó poliestireno expandido con el fin de mejorar la aireación, para ello se reciclaron las bandejas de cultivo rotas ya que son del mismo material, por lo que se trituraron una vez desinfectadas y se mezcló con la turba en una proporción turba: poliestireno 80:20.

3.2.3 ESPECIES VEGETALES

En el ensayo se emplearon las variedades y patrones solicitados por los clientes de los semilleros Cristalplant. Las variedades y patrones evaluados aparecen con nombres clave por ser secreto de empresa.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 PROCESO PRODUCTIVO

A continuación se detallan todas las fases que se llevaron a cabo en la producción de injertos de sandía durante el periodo comprendido entre el 01/11/2012 y 14/04/2013.

El proceso productivo se inició siempre con la siembra mediante la maquinaria de siembra. El sistema informático del semillero fue el encargado de llevar un control de las siembras programadas diariamente, numerando las distintas partidas. Antes de iniciar la siembra se realizaron las regulaciones oportunas en la máquina de siembra, ajustándola al tipo de bandeja que se utilizó que, en el caso del ensayo, tanto como patrón (calabaza) como variedad (sandía), fue de 150 alveolos.

Las semillas utilizadas fueron identificadas mediante un documento que acompañaba al sobre que las contiene. Al finalizar la siembra de cada lote, se anotó en un parte de siembra el número exacto de bandejas sembradas. Una vez finalizada la siembra se archivó el parte de siembra acompañado por el sobre vacío de las semillas,

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

de forma que fue posible en todo momento verificar la procedencia de cada una de las plantas que se entregaron a los agricultores.

Encima de la última bandeja sembrada se colocó una tablilla con los datos de la partida para evitar equivocaciones posteriores a la hora del extendido y facilitar su posterior localización. En la tablilla se especificó:

- Número de partida.
- Especie y variedad.
- Fecha de siembra.




Fotografía 44. Detalle de una tablilla.

Una vez sembradas las bandejas se paletizaban y se introducían en la cámara de germinación. Para la germinación de las semillas de sandía, el equipo se programó para que operase a una temperatura constante de 27 °C con un valor de humedad relativa, también constante, de 90 %. A continuación se detallan los tiempos de permanencia en la cámara de germinación en el ensayo:

- Sandía diploide tipo Sugar Baby: 72 h.
- Sandía diploide tipo Crimson: 120 h.
- Sandía triploide: 120 h.
- Patrón: 72 h.

No obstante, para conocer el momento exacto en el que se debían sacar los palets de la cámara e iniciar el extendido, diariamente se realizó una inspección sobre los productos, que consistía en verificar que se ha cumplido el tiempo de germinación y/o que al menos una semilla ha germinado, para lo cual se comprobaba que hubiese aparecido la raíz (Valera *et al.*, 2002).

Al sacar una partida de semillas de la cámara de germinación se procedió como rutina a realizar el extendido, que consistió en trasladar las partidas a los invernaderos y colocarlas de forma ordenada sobre las mesas de cultivo. Para la operación de extendido se tuvo en cuenta que la periferia del invernadero (esquinas, bandas y descuadres) presentaba una mayor pérdida de calor por conducción convección a través del material de cubierta y por lo tanto las temperaturas eran inferiores a las del centro. En estas zonas no se colocaron las plantas de sandía, por ser esta especie sensible al frío. Las plantas de sandía y calabaza se extendieron en sectores homogéneos, para facilitar los tratamientos fitosanitarios y la fertirrigación. Las bandejas fueron colocadas en la mesa de cultivo por filas de izquierda a derecha colocándose la tablilla en la primera bandeja. El responsable de extendido anotó las ubicaciones de las partidas (nº de mesa de cultivo) junto con la fecha y traslada esta información a la oficina, donde el personal procede a introducir los datos en el sistema informático.

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO EN EXTENDIDO	<i>Código: IT-04.03.5</i> <i>Revisión 1</i> <i>Pág 1 de 1</i>
---	--	---

- LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA (Delegación de El Viso) SERÁ TRASLADADA POR EL PASILLO EXTERIOR DEL INVERNADERO.
- EN LAS ZONAS PRÓXIMAS A LOS CALEFACTORES HAY MAYORES TEMPERATURAS POR LA NOCHE.
- LAS ESPECIES QUE MENOS SOPORTAN EL FRIO SON LA SANDÍA Y EL PIMIENTO.
- LAS ESPECIES QUE TIENDAN A AHILARSE (ECHAR CUELLO), DEBEN COLOCARSE EN LAS ZONAS MAS FRIAS Y CON MÁS LUZ.

Figura 10. Detalle de los criterios de extendido.

Al cabo de 10 -12 días de ser extendida, se seleccionó una muestra representativa de la misma y se contabilizaron las semillas que no habían germinado, así como las que habían germinado de forma defectuosa, para conocer, la planta útil. Como criterio, cuando la partida tenía menos de 30 bandejas, se hizo un recuento de 3 de ellas; cuando fue de más de 30, se contabilizaron 6 bandejas, escogiendo para ello siempre bandejas representativas.

Una vez que las plantas estuvieron suficientemente desarrolladas el cliente las retiró directamente del semillero, trasladándolas al invernadero donde realizó el trasplante sobre el terreno. El proceso de trasplante es muy delicado, pues supone una situación de estrés importante para el cultivo en un momento de alta sensibilidad, a mediados del invierno, cuando se alcanzan temperaturas nocturnas bajas.

Cuando la planta era retirada el cliente recibía un albarán de salida donde se especificaba:

- Especie y variedad de la semilla.
- Número de lote de la semilla.
- Número de partida.
- Número de bandejas.
- Formato de bandeja.

- Precio por planta.
- Precio total.
- Pasaporte fitosanitario.

Una vez la planta abandonaba las instalaciones no se admitieron devoluciones debido a que podrían ser fuentes de infección. Por ello, se recomendó al cliente retirar la planta justa, dejando el sobrante en el semillero por si necesitase más.

3.3.2 OPERACIONES CULTURALES

3.3.2.1 RIEGO Y ABONADO

La dosis de riego empleada durante el ensayo debía permitir el agotamiento entre riego y riego de aproximadamente el 30-40 % de agua útil contenida en el sustrato. Con esto se pretendía su oxigenación e inducir un potente crecimiento y desarrollo radicular.

La frecuencia en el riego tanto de sandía como de calabaza variaba dependiendo de las condiciones climáticas y del estado de la planta. Nunca se regó los días de lluvia o en los que había alerta de lluvias para prevenir enfermedades de origen fúngico o bacteriano.

Se empleó como sistema de riego una manguera, intentando ser lo más uniforme en el riego dando varias pasadas a las mesas de cultivo, pero con el objetivo de dejar el sustrato suelto, nunca saturado de agua.

De este modo para sustratos más o menos convencionales, la dosis de riego fueron aproximadamente 100 L m⁻³ de sustrato empleado. Lo recomendado es regar siempre con esa dosis e ir ajustando la frecuencia según factores climáticos, especies y estado de la planta y, sobre todo, estado de humedad del sustrato, el cual debe permanecer tras 3-4 horas después del riego, uniformemente húmedo pero suelto y no saturado en agua.

Generalmente se riega cada 2-3 días en invierno y a diario en verano, aunque como se ha comentado depende de muchos factores. Preferiblemente los riegos deben darse fuera de las horas de mayor insolación, sobre todo si las conducciones o mangueras están expuestas al sol, ya que podríamos provocar quemaduras en las plantas.

Otras estimaciones de riego en turba, que se emplean en Cristalplant División Semilleros SL, son el color de la superficie del medio, ya que cuando está húmedo es más oscuro que cuando está seco, y la pérdida de peso de la bandeja, que es menor cuando hay un déficit hídrico.

Para la fertilización de las plantas se empleó el método de fertirrigación. El abonado comenzó a emplearse en todas las partidas a los 8 días de ser extendidas en las mesas de cultivo, cuando se estimó que el sustrato presentaba un bajo nivel de elementos fácilmente absorbidos por la planta. Para la elaboración de la solución de abonado final se disponía de varios depósitos de soluciones madres, donde se incorporaron fertilizantes simples o complejos. Los fertilizantes que se emplearon en el ensayo se detallan a continuación:

- Nitrato cálcico ($5 [\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] \text{NH}_4\text{NO}_3$). El producto tiene una riqueza $\text{N}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-(CaO)}$ de 15,5-0-27. El nitrógeno es aportado en forma nítrica (14,5%) y un pequeño porcentaje en forma amoniacal. El Calcio se aporta en forma de óxido de calcio (27 %) soluble.
- Nitrato potásico: El producto tiene una riqueza $\text{N}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ de 13,5-0-46. Este abono aporta el nitrógeno en estado nítrico; y el potasio en forma de óxido y de compuesto soluble.
- Sulfato potásico (K_2SO_4): La riqueza $\text{N}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-(SO}_3\text{)}$ es 0-0-54-(47). Se emplea como fuente de potasio cuando no se ha podido incorporar todo el potasio mediante nitrato potásico con el fin de no sobrepasar los niveles de nitrógeno establecidos en el equilibrio de abonado.
- Ácido fosfórico (H_3PO_4): Se comercializa diluido al 40%. Al tener carácter ácido puede reducir el pH debido a la destrucción de bicarbonatos. Se emplea como fuente de fósforo.
- Sulfato magnésico ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$): La riqueza $\text{N}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-(MgO)-}$

(SO₃) es 0-0-0-16-13. Es fuente de magnesio y azufre.

➤ Quelatos: es un compuesto químico en el que una molécula de carácter orgánico rodea y se enlaza por varios puntos a un ión metálico, protegiéndolo de cualquier reacción exterior, evitando precipitación e hidrólisis. Los iones metálicos son minerales muy importantes para las plantas, y sus deficiencias resultan en color amarillento de las hojas, crecimiento retardado y cultivos de baja calidad. Cristalplant División semilleros emplea abono NK con hierro quelatado (6% Fe) soluble en agua; Hierro quelatado EDDHSA (3% Fe), Nitrógeno Total (2.5% orgánico; 2.5% ureico) 18% Óxido de Potasio (K₂O) soluble en agua.

En la finca se utilizaron dos abonados, uno para cultivos en convencional y otro para cultivos ecológicos, en la finca B se utilizó la misma receta de abonado que en la finca A para el cultivo en convencional.

Antes de elaborar la solución nutritiva, se analizó el agua de riego (mmoles L⁻¹) que se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Análisis del agua de riego.

HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺
0,98	0,00	0,00	0,00	0,09	0,49	0,10	0,00	3,13	3,78

Para elaborar la solución nutritiva, se partió de soluciones madre o concentradas de fertilizantes, donde se separan los fertilizantes según su grado de compatibilidad y se concentran según su solubilidad relativa y proporciones requeridas.

Tabla 20. Soluciones madre convencional.

<u>Tanque 1 (1000 L)</u>	<u>Tanque 2 (1000 L)</u>	<u>Tanque 3 (1000 L)</u>
Nitrato cálcico 125 Kg Microelementos 2Kg Quelatos de hierro 2 Kg En disolución al 50 %	Nitrato potásico 100 Kg Sulfato potásico 50 Kg En disolución al 50 %	Ácido fosfórico 30 l Sulfato de magnesio 75 Kg En disolución al 50 %

De este modo el equilibrio de abonado tendría una CE de $2,20 \text{ mS cm}^{-1}$ y un pH de 5,5, cuyo análisis químico se detalla en la tabla X:

Tabla 21. Disolución nutritiva aplicada (mmol L^{-1})

HCO_3^-	NH_4^+	NO_3^-	H_2PO_4^-	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-	Na^+
0,43	0,51	9,23	1,56	6,96	3,03	1,44	2,10	3,15	3,78



Fotografía 45. Detalle de los tanques de abonado.

3.3.2.2 TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

El estado sanitario de las plántulas durante todo el proceso productivo de sandía injertada es fundamental por dos motivos. Primero porque durante la germinación, la emergencia y el desarrollo inicial, las plántulas son especialmente susceptibles a la infección por diversos agentes patógenos que encuentran en las condiciones de semillero un ambiente favorable para el desarrollo de las enfermedades y su rápida expansión; ésta puede ocasionar una mortalidad elevada en un periodo breve. En segundo lugar porque se producen, con frecuencia, infecciones que no muestran sus síntomas hasta que han sido trasplantadas.

El planteamiento y la programación de un calendario de tratamientos, será la forma más eficaz de combatir las plagas o enfermedades que atacan a las plántulas, en cada uno de sus estados de desarrollo en semillero: (estado de dos cotiledones, estado de 1-2 hojas verdaderas, estado de 3-4 hojas, estado de planta desarrollada, estado planta adulta). La realización de los tratamientos debe hacerse siempre de forma preventiva, evitando grandes infecciones de difícil curación; para ello debemos conocer los patógenos que atacan a los cultivos en sus diferentes épocas.

Las medidas preventivas que se llevaron a cabo durante el ensayo en los semilleros se citan a continuación:

- Uso de semilla certificada.
- Tratamientos puntuales con Propamocarb en el primer riego.
- Balsa cubierta para evitar proliferación de microorganismos y otros patógenos.
- Desinfección de las instalaciones al comienzo del ensayo.
- Uso de mallas antitrips.
- Colocación de trampas cromotrópicas para la lucha contra plagas.
- Uso de dobles puertas en todas las entradas al invernadero.
- Eliminación de malas hierbas dentro y fuera del invernadero, evitándose que estas sean un reservorio de plagas y enfermedades.



Fotografía 46. Detalle de doble puerta y alfombrilla dentro del invernadero.

Para el ensayo se optó por realizar una serie de tratamientos fitosanitarios preventivos, con el fin de mantener las plántulas en un estado saludable. A continuación se detallan los tratamientos fitosanitarios preventivos que se realizaron en ambas fincas durante el tiempo que duró el ensayo:

Tabla 22. Tratamientos fitosanitarios aplicados en el sector convencional.

	Principio activo	Producto
Lunes	Oxicloruro de cobre	Cuprocol
	Dietilditiocarbamato	Mancozeb
	Clortalonil	Daconil
	Flonicamida	Teppeki
Miércoles	Oxicloruro de cobre	Cuprocol
	Dietilditiocarbamato	Mancozeb
	Propamocarb fosetilato	Previcur
Jueves	Vinagre	Vinagre
	Aceite vegetal	Codacide
	Abamectina	Apache
Viernes	Oxicloruro de cobre	Cuprocol
	Dietilditiocarbamato	Mancozeb
	Iprodiona	Rovral

Tabla 23. Tratamientos fitosanitarios aplicados en el sector ecológico.

	Principio activo	Producto
Lunes	Oxicloruro de cobre	Cuprocol
	Azadiractin	Ziradina
	<i>Beauveria bassiana</i>	Natualis
Martes	<i>Bacillus Thuringiensis</i> <i>Kurstaki</i>	Costar
	manganeso; zinc	Maxitron
Jueves	manganeso; zinc; extractos vegetales	Viamol
Viernes	<i>Beauveria bassiana</i>	Naturalis
	Azadiractin	Ziradina
	Oxicloruro de cobre	Cuprocol

3.3.2.3 REPICADO

El proceso de repicado consiste en trasplantar la plántula de un contenedor a otro, normalmente de mayor capacidad. En el ensayo descrito, se realizó el repicado de las plántulas de sandía injertada. Por el método de púa japonés, el repicado se realizó simultáneamente al extendido (después de permanecer en los túneles de prendimiento). Los injertos realizados por el método de aproximación eran repicados a la vez que extendidos en las mesas de cultivo después de la realización del injerto.

Cuando se observaba que existía un número de plantas que no cumplían con el nivel de calidad requerido, era necesario la reposición de los fallos existentes en la partida utilizando plantas de esa misma especie y variedad. Para ello se realizaba un repicado de plantas sobre las bandejas o directamente cambiando las bandejas

defectuosas por otras, como ocurre en el caso de los fallos existentes provocados por caídas de bandejas, malas condiciones de luminosidad etc.

3.3.2.4 DESPUNTE

Otra labor cultural aplicada a las plantas del ensayo fue el despuntado, también llamado pinzamiento. Esta técnica que tiene por objeto eliminar la dominancia de la yema terminal o brote de los tallos-guía para que se paralice el crecimiento de dicho tallo en beneficio de otras yemas o brotes para favorecer así la formación de otros órganos de producción se realizó a algunas partidas del ensayo con el objetivo de formar la plántula o para poder retrasar la salida del plantel 15 días. El corte se efectuó en el extremo de la rama o tallo y por debajo de una yema.

3.3.2.5 INJERTO

Injerto de púa o púa japonés: El momento óptimo para realizar el injerto se determinó que fuese para el ensayo cuando las plántulas de variedad y patrón alcanzasen el mismo estado fisiológico. En este momento el diámetro de los hipocótilos era similar (2.0-2.7 mm dependiendo de la variedad).

La plántula de patrón en el momento de realizar el injerto poseía un hipocótilo bien elongado debido a la competencia entre los plantones por la luz y era visible también la primera hoja verdadera. En el patrón se realizó el corte del hipocótilo con un ángulo comprendido entre 40-60° con una cuchilla desinfectada dejando el ápice de crecimiento y un cotiledón, retirando el meristemo lateral y apical (auxiliar). Además, se eliminó el sistema radicular dejando un hipocótilo de unos 4 cm de longitud. La variedad también fue cortada con la cuchilla con el mismo ángulo que el patrón por debajo de los cotiledones. El siguiente paso en el proceso de injertado con la técnica de púa japonés fue unir ambas partes y fijarlas mediante una pinza. Se emplearon pinzas negras para las sandías diploides y pinzas blancas para las sandías triploides. A continuación se sumergió parte del patrón (1,5 – 2 cm) en una solución con hormonas

enraizantes cuya concentración se determinó experimentalmente antes de realizar el ensayo y se introdujo en el sustrato bien húmedo en bandejas de 150 alveolos. Por último fueron llevadas mediante carros a los túneles de prendimiento.



Fotografía 47. Detalle de injerto de púa japonés en sandía

Injerto de aproximación: para realizar este tipo de injerto con las mayores garantías de éxito, las plántulas de la variedad debían estar bien desarrolladas, marcando la segunda hoja verdadera, y la primera hoja verdadera debía estar marcada en el caso del patrón. Una vez patrón y variedad hubieron alcanzado (60 grados con respecto a la horizontal) en la mitad del hipocótilo. Del mismo modo, se realizó un corte hacia arriba en la variedad. A continuación se procedió a unir ambas plantas a través de los cortes realizados y se fijaron mediante pinzas, de color negro y blanco, para sandías diploides y triploides respectivamente. Las plántulas injertadas por el método de aproximación eran repicadas en bandejas con un formato de 24 alveolos como siguiente paso a la realización del injerto, y se colocaban en las mesas de cultivo. Aquí permanecían a una temperatura de 18 °C durante 10 días, y posteriormente se ajustaba el sistema de control ambiental a 14 °C para retrasar el crecimiento vegetativo hasta la salida de la plántula. A los 12 días de realizar el injerto se realizaba el corte del patrón por encima del injerto, para evitar rebrotes. A

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

los 18 días del injerto, se procedía a cortar el tallo de la variedad (hacer una prueba previa con algunas plantas) justo por debajo del injerto. La planta estuvo lista para ser retirada 20 días después del injerto.



Fotografía 48. Detalle de injerto de aproximación en sandía.

Una vez realizado el injerto, la fecha en la que había sido realizado se anotaba en la tablilla de identificación de la partida.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.

El ensayo fue completamente aleatorio presentando el estudio de diversos factores tratados de forma independiente y conjuntamente. Los factores considerados han sido: variedad, técnica de injerto, genotipo y sistema de cultivo. Cada partida de plantas de una variedad se considera una repetición, variando el número de repeticiones en cada caso dependiendo de la demanda de los clientes del semillero. Para cada experimento se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) a cada uno de los parámetros estudiados y aquellos que presentaban significación estadística se les aplicó el test de mínimas diferencias significativas (MSD) ($p < 0,05$) para el establecimiento de grupos homogéneos.

3.5 PARÁMETROS EVALUADOS



Fotografía 49. Detalle del alumno.


Los parámetros ambientales (temperatura, humedad y radiación) fueron registrados usando varios sensores de medida. La temperatura y la radiación en el

interior del invernadero se midieron por medio de un termómetro de mercurio y un radiómetro. La temperatura fue tomada en 8 puntos del interior del invernadero y 1 exterior.

Se evaluaron los siguientes parámetros a cada partida del ensayo:

- Fecha de siembra.
- Variedad.
- Patrón.
- Tipo de injerto.
- Pérdidas en germinación.
- Pérdidas de plantas aptas para ser injertadas.
- Fecha de injertado.
- Pérdidas de prendimiento.
- Pérdidas totales.

Tabla 24. Formulario empleado para la toma de datos.

		HOJA DE TRAZABILIDAD								N° HOJA:	
---	--	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	----------	--

CLIENTE				N° TELEFONO				F. PED		FS	
N° PARTIDA INJERTO				PEDIDO DE INJERTOS		PL		BD		FORMATO	
	NOMBRE	N°P	F. SIEMBRA	TIPO	BANDJ	N° PLANTAS	LOC	E SCAN	% PER ESCANDALLO		
VARIEDAD											
PATRON									PL		
INJERTO		FECHA		PLANTA INJERTADA			% PERDIDAS INJERTO		LOC		
		DIAS		PL							
REPICADO		FECHA		PLANTA REPICADA			% PERDIDAS REPICADO		LOC		
		DIAS		PL							
LIMPIEZA		% PER LIMPIEZA		FECHA		% PERDIDAS TOTALES			BANDEJAS ÚTILES		
				PL		%		PL			
FECHA OPTIMA DE SIEMBRA EN TIERRA						DIAS DE SPUES DE SIEMBRA DE CALABAZA					

La germinación (CG) fue analizada entre los 8 y 12 días siguientes a la fecha de siembra cuando son apreciables visualmente los fallos de germinación.

El coeficiente de confección de injerto y vigorosidad (CCIV) fue calculado con los datos obtenidos en el momento anterior a proceder a la fase de injertado, teniendo en cuenta para ello las plántulas que no estaban lo suficientemente desarrolladas para que fueran manipuladas y las plántulas que no sobrevivían al manipulado en el proceso de injertado.

La supervivencia del injerto (CSI) se analizó en el momento de repicar la plántula al formato final y ser trasladadas a su destino final en el invernadero, las mesas de cultivo.

Las pérdidas de la fase productiva de preparación (CPV) para la venta se midieron 2 días antes de la retirada de la planta, después de realizar la “limpieza de la partida”, midiendo como pérdidas aquellas plántulas que no alcanzaban el estado exigido para ser trasplantadas a su destino final (invernadero, aire libre, tunelillo etc.).

El CT es el resultado de todos los coeficientes parciales de pérdidas en el proceso productivo.

Tabla 25. Leyenda de coeficientes.

Coeficiente de germinación	CG
Coeficiente de confección de injerto y vigorosidad	CCIV
Coeficiente de supervivencia de injerto	CSI
Coeficiente de preparación para la venta	CPV
Coeficiente total	CT

4 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 **RESULTADOS DE LOS DATOS CLIMÁTICOS**

La tabla 25 muestra los datos climáticos de temperatura (en °C) medidos en el periodo comprendido entre el 01/11/2012 y el 30/04/2013.

Tabla 26. Detalle de las temperaturas registradas.

	Exterior	Interior		
		Cámara de germinación	Mesas de cultivo	Cámara de prendimiento
Mínima absoluta	6	27	12	15
Media de mínimas	8,61	27	14,88	17,06
Media	12,92	27	23,56	26,01
Media de máximas	17,64	27	33,47	36,49
Máxima absoluta	23	27	40	43

Se observan diferencias de temperatura entre el exterior y las 3 zonas interiores donde se tomaron las medidas, siendo la temperatura en el exterior del invernadero siempre fue inferior a la del interior, independientemente de la zona. Estas diferencias revelan que el control climático que se aplicó en el interior del invernadero operó correctamente: se creó un microclima en el interior.

Entre las distintas áreas donde fue medida la temperatura en el interior del invernadero, también existen diferencias.

Tanto en la zona de mesas de cultivo como en la cámara de prendimiento, se utilizó un doble techo y calefacción. La diferencia radicó en que las plántulas en la cámara de prendimiento se situaban dentro de túneles plásticos cubiertos de una manta térmica. En la cámara de germinación se operó a temperatura constante de 27 °C según los criterios establecidos por la empresa Cristalplant División Semillero, S.L. (tabla 2). También está en el rango propuesto por Nascimento (2005) que describe entre 20-30 °C la temperatura ideal de germinación. Roberts *et al.* (2007) proponen como

temperatura óptima para variedades diploides 33 °C y para variedades apirenas (triploides) 21,3 °C.

Según Leonardi y Romano (2004), la temperatura óptima de desarrollo de plántulas de sandía está comprendido entre 24-27 °C. P Para Petropoulos, Khah y Pasamm (2012) el mínimo biológico para el crecimiento en plántulas injertadas de sandía se sitúa en torno a los 8 °C para obtener una plántula de calidad. Las temperaturas máximas tampoco supusieron ningún riesgo para las plántulas; éstas resisten temperaturas de 52 °C siempre y cuando estén bien hidratadas. En el caso del semillero no hubo ningún problema a lo que se refiere.

Los valores medidos en la cámara de prendimiento son superiores a las temperaturas en el área de las mesas de cultivo, con el objeto de incrementar la actividad metabólica y favorecer el crecimiento celular y la cicatrización, se observa que la temperatura media es similar a la propuesta por Duran *et al.* (2009) así como la temperatura media de mínimas y la mínima absoluta, sin embargo la temperatura media de máximas y máxima absoluta son superiores, lo que puede implicar pérdidas de prendimiento asociadas.

La tabla 26 muestra los datos climáticos de radiación (en MJ·m⁻²) medidos en el periodo comprendido entre el 01/11/2012 y el 30/04/2013.

Tabla 27. Detalle de la radiación registrada.

	Exterior	Interior
Mínima absoluta	7,60	5,80
Media	13,13	10,03
Máxima absoluta	24,10	18,40

La radiación solar está dentro de los valores aptos para el desarrollo de las cucurbitáceas siempre y cuando se mantenga hidratada la planta en los momentos de mayor radiación.

La humedad relativa se mantuvo en valores comprendidos entre 61 y 79 % en las mesas de cultivo, entre 88 y 94 % en los túneles de prendimiento, y la cámara de germinación operó con una humedad relativa constante del 90 %.

4.2 RESULTADOS DEL PROCESO PRODUCTIVO

En el proceso de producción de plántula injertada de sandía del ensayo hubo una serie de pérdidas en cada fase del mismo. El objetivo de este apartado es discutir todas las pérdidas que tienen lugar con el objetivo de poder hacer una predicción de las pérdidas parciales y globales con el propósito de optimizar el proceso productivo para siguientes campañas.

Las pérdidas fueron divididas en varias etapas: germinación, confección del injerto y vigorosidad, supervivencia del injerto y preparación para la venta, todas ellas con un coeficiente de pérdidas. En la tabla 27 se especifican los coeficientes empleados en el ensayo.

4.2.1 COEFICIENTE DE GERMINACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL EMPLEADO

4.2.1.1 COMPORTAMIENTO DE LOS PATRONES (CG)

Los resultados de germinación de los patrones se muestran en el gráfico 1. No existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los 4 tipos utilizados, siendo el valor de CG muy próximo a 1.

El CG de los patrones estudiados es ligeramente superior al obtenido por Dadashpour (2012). En su estudio, el porcentaje de germinación es superior al 90% y empleó una cámara de germinación con una temperatura constante de 24 °C. Esta diferencia de temperaturas de germinación puede ser la consecuencia de la variación.

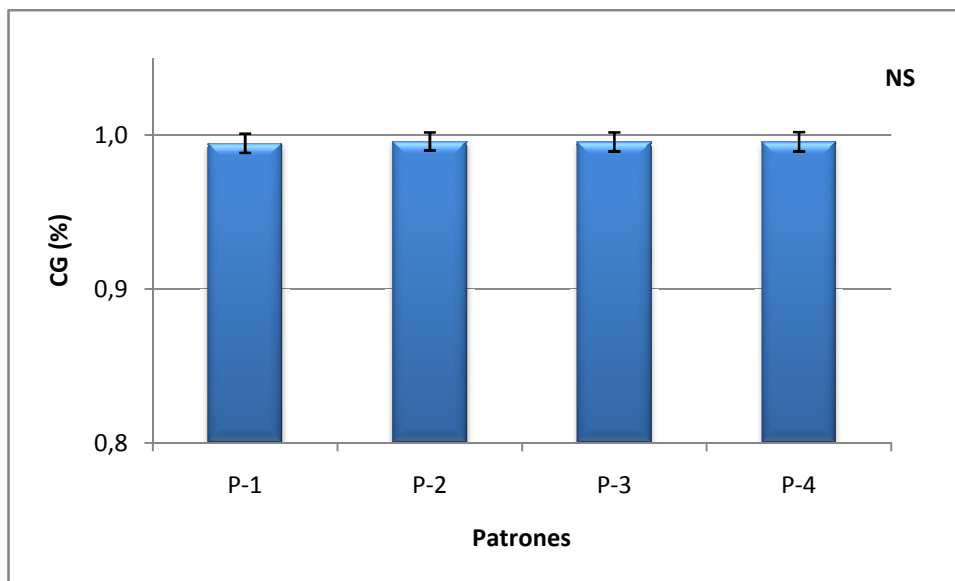


Gráfico 1. CG de los patrones estudiados.

4.2.1.2 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES (CG)

En la tabla 28 se presenta el genotipo diploide o triploide de cada una de las variedades estudiadas.

Tabla 28. Genotipo de las variedades ensayadas.

Variedad	Genotipo
V-1	Diploide
V-2	Triploide
V-3	Diploide
V-4	Triploide
V-5	Triploide
V-6	Diploide
V-7	Triploide
V-8	Diploide
V-9	Triploide
V-10	Triploide
V-11	Triploide

En el gráfico 2 se muestra el CG de las diferentes variedades. Los valores están comprendidos entre 0,88 y 0,98. Las variedades V-1, V-3, V-6 y V-8 presentaron los valores de CG más cercanos a 1 y significativamente mayores ($p < 0.05$), cuyos datos se presentan con total homogeneidad (error estándar bajo). V-9 presenta un valor inferior y significativamente mayor que V-2. Las variedades V-4, V-5, V-7, V-10 y V-11 constituyen un grupo homogéneo con valores de CG significativamente inferiores.

Grancie *et al.* (2003) obtuvieron datos de germinación en variedades triploides entre 67 y 93 % dependiendo de la variedad ensayada. Estos valores son similares a los obtenidos en este ensayo, y las diferencias se deben principalmente a las características genotípicas de cada variedad.

Aragão *et al.* (2006) concluyeron que las variedades diploides del ensayo tenían un 95 % de germinabilidad, mientras que en las triploides este porcentaje era considerablemente inferior, del 53 %. En nuestro ensayo todo el grupo a está constituido por variedades diploides, sin embargo, el % de germinación de las variedades triploides ensayadas es superior al 53%.

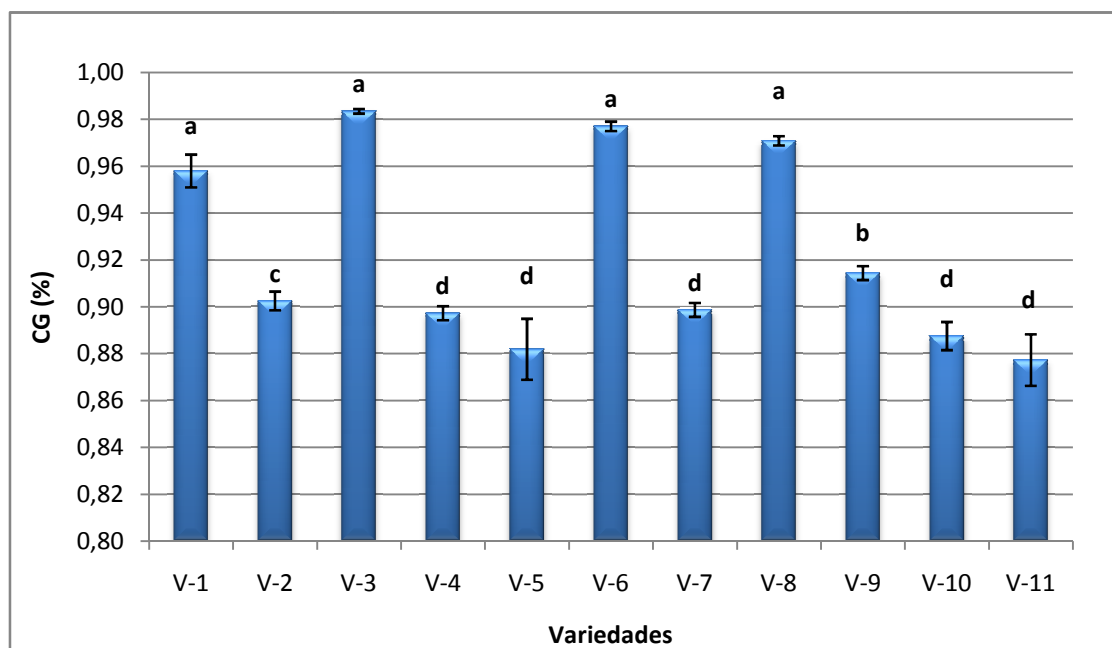


Gráfico 2. CG de las variedades estudiadas.

4.2.2 CCIV DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS

Las características que debe reunir la plántula para la confección del injerto es diferente en función de la técnica empleada y por lo tanto las pérdidas de material vegetal será diferente.

4.2.2.1 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES (CCIV) EN INJERTO DE PUA JAPONES

El gráfico 3 muestra los valores medios de CCIV y las barras representan el error estándar, empleando la técnica de púa japonés. El rango de valores se encuentra entre 0,91 y 0,84. La variedad que presenta un valor significativamente inferior es V-5 no encontrándose diferencias significativas entre las demás variedades estudiadas. Cabe destacar que V-5 presenta el mayor error estándar, lo que se demuestra que esta fase del proceso productivo en esta variedad es muy heterogénea.

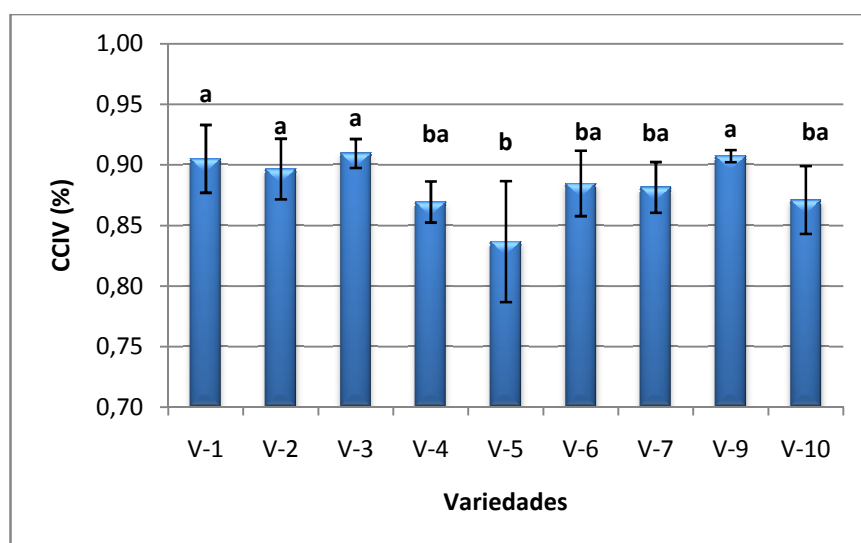


Gráfico 3. CCIV por variedades mediante el método de púa japonés.

4.2.2.2 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES (CCIV) EN INJERTO DE APROXIMACIÓN

El gráfico 4 muestra los valores medios de CCIV y las barras representan el error estándar, empleando la técnica de la técnica de aproximación. El rango de valores se encuentra entre 0,93 (V-6) y 0,86 (V-4). Existen 3 grupos homogéneos: V-6 es la variedad que presenta un mayor rendimiento en este coeficiente, el grupo compuesto por V-2, V-3 y V-8 presenta valores intermedios, significativamente mayores ($p < 0.05$) que el grupo integrado por V-4, V-5, V-7, V-9, V-10 y V-11. Todas las variedades que integran este tercer grupo son triploides.

No hemos encontrado referencias bibliográficas de este coeficiente, sin embargo si lo comparamos con el CG, observamos que tiene una magnitud similar y por lo tanto debe valorarse de forma similar. Observamos que V-11 presenta un alto error estándar, que puede ser consecuencia de la dificultad de manipulación de este material.

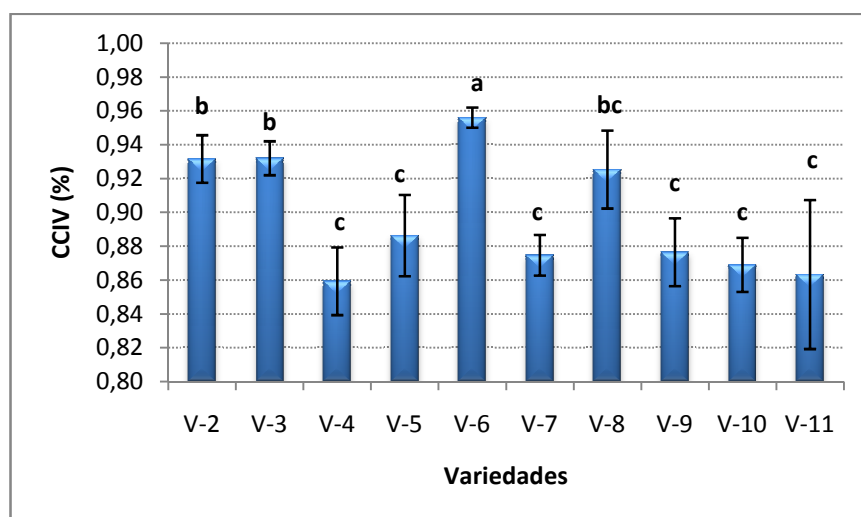


Gráfico 4. CCIV por variedades mediante el método de aproximación.

Estudiando el comportamiento de este coeficiente de cada variedad entre ambos técnicas de injerto, no encontramos diferencias significativas excepto en V-6 que es mayor mediante la técnica de aproximación.

4.2.3 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CSI)

Para el estudio de este coeficiente vamos a tener en cuenta la técnica de injerto empleada.

4.2.3.1 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CSI) EN INJERTO DE PUA JAPONES

El rango de CSI entre las diferentes variedades con el método de púa japonés está comprendido entre 0,94 y 0,83. La supervivencia al injertado es distinta dependiendo de la variedad. Presentan significativamente mayor tasa de supervivencia las variedades V-1 y V-2; una tasa media de supervivencia del injerto es presentada por el grupo constituido por V-3, V-6, V-7, V-9 y V-10. El grupo que presenta un coeficiente CSI significativamente inferior es el compuesto por V-4 y V-5.

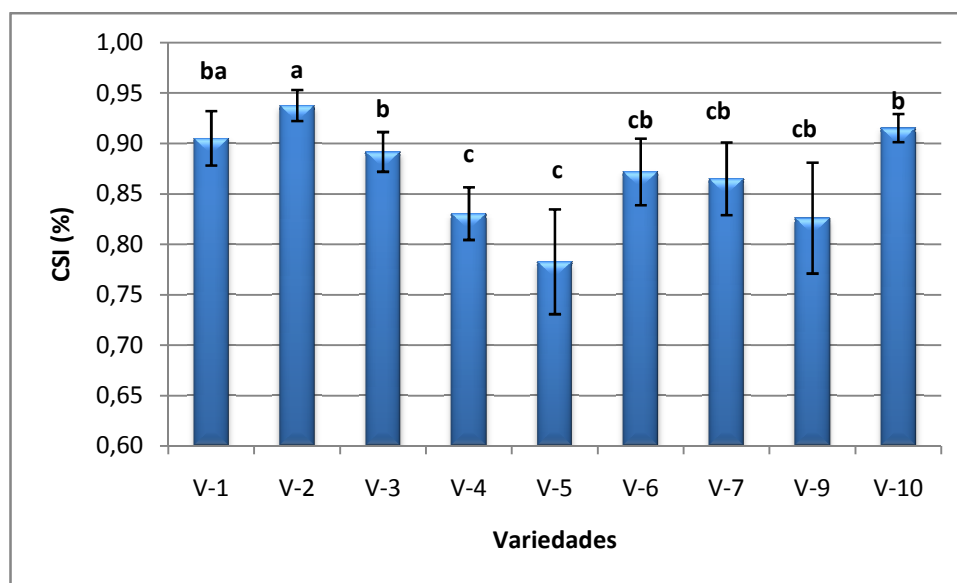


Gráfico 5. CSI de las variedades mediante el método de púa japonés.

4.2.3.2 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CSI) EN INJERTO DE APROXIMACIÓN

Se observa que en esta fase del proceso productivo utilizando la técnica de aproximación para la realización del injerto no existen pérdidas. Esto se debe a que todas las plantas injertadas se repican directamente en el formato final, sin pasar por los túneles de prendimiento.

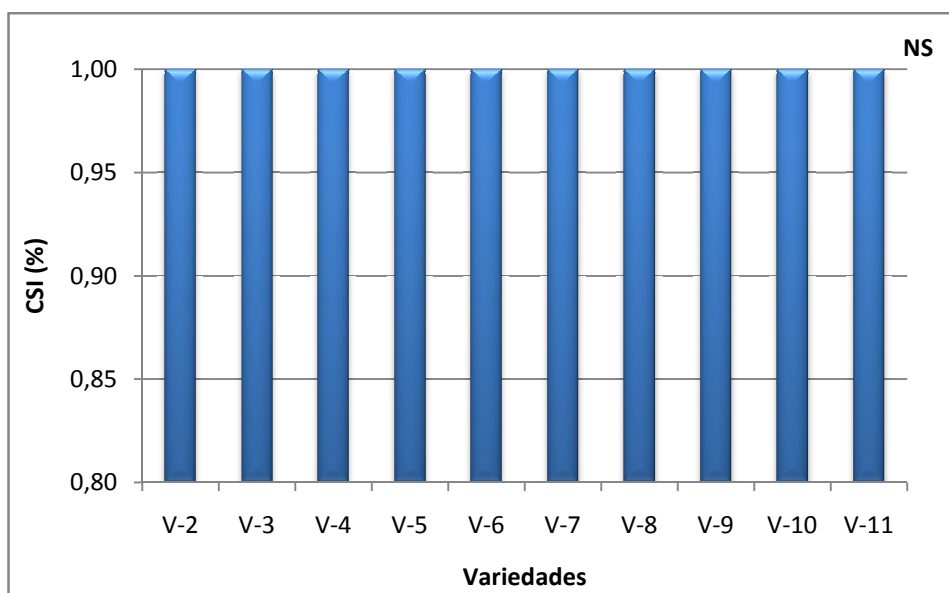


Gráfico 6. CSI de las variedades injertadas mediante el método de aproximación.

Existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las variedades ensayadas utilizando los dos tipos de injertos. La causa de las diferencias es el momento de la toma de datos, en el momento en el que la planta es repicada al formato final. En el método de púa japonés se aprecian las plantas que no han sobrevivido al injerto, ya que han pasado 6 días hasta que son repicadas (días que la plántula se ubica en los túneles de prendimiento). En cambio, por el método de aproximación no se puede apreciar la supervivencia del injerto ya que todo el plantel es repicado al formato final directamente tras de ser injertado.

4.2.4 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CPV)

4.2.4.1 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CPV) EN INJERTO DE PUA JAPONES

En la preparación para la venta de las plántulas de sandía injertadas (gráfico 7) por el método de púa japonés las pérdidas existentes no presentan diferencias significativas entre las variedades estudiadas, oscilando su valor entre 0.84 y 0.93. Cabe destacar que V-7 presenta el mayor error estándar entre las variedades estudiadas, relacionado con la heterogeneidad entre plántulas en lo que a desarrollo fenológico se refiere.

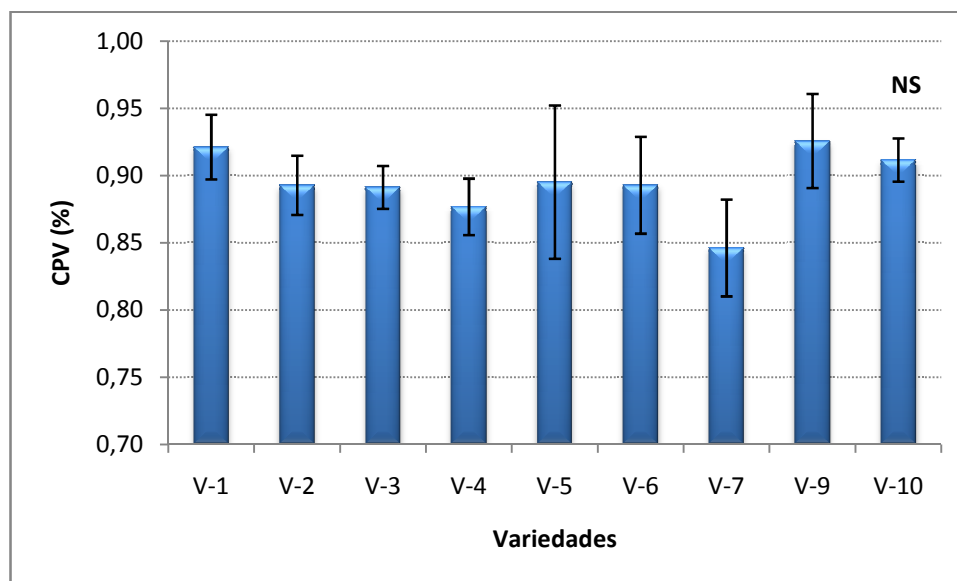


Gráfico 7. CPV de las variedades injertadas mediante el método de púa japonés.

4.2.4.2 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CPV) EN INJERTO DE APROXIMACIÓN

El CPV de las variedades empleando el método de aproximación está comprendido entre 0,81 y 0,93, V-11 y V-7 respectivamente y se presenta en el gráfico 8. Estableciéndose 2 grupos, siendo las variedades V-3, V-4 y V-7 las que presentan coeficientes significativamente ($p < 0.05$) inferiores. La causa de esta disparidad en los valores reside en la adaptabilidad a las nuevas condiciones a las que son sometidas las plántulas ya se elimina el sistema radicular de la variedad, dejando únicamente el del patrón.

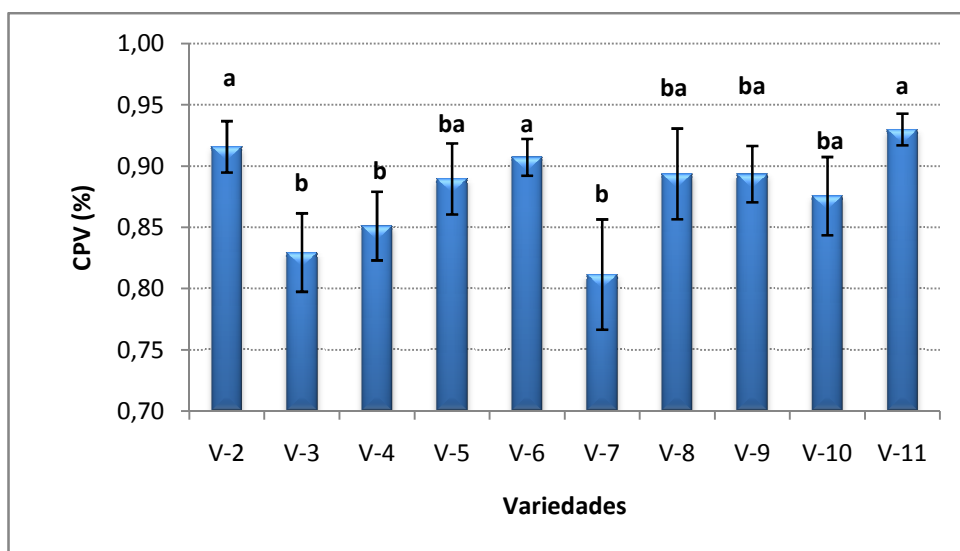


Gráfico 8. CPV de las variedades injertadas mediante el método de aproximación.

No existen diferencias relevantes ($p < 0.05$) entre las variedades estudiadas mediante los dos tipos de injerto.

4.2.5 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CT)

4.2.5.1 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CT) EN INJERTO DE PUA JAPONES

En el CT mediante el método de púa japonés (Gráfico 9) se diferencian 2 grupos homogéneos. El primer grupo presenta valores medios comprendidos entre 0,63 y 0,72 correspondiente a las variedades V-1, V-2, V-3, V-6, V-9 y V-10. El grupo que presenta valores significativamente inferiores de este coeficiente presenta valores comprendidos entre 0,51 y 0,57 que corresponde con las variedades V-4, V-5 y V-7.

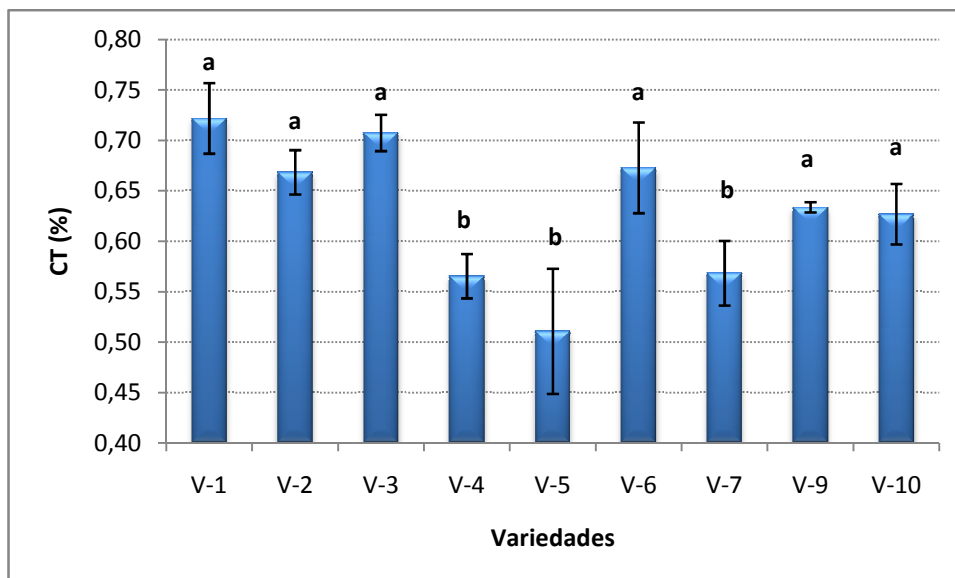


Gráfico 9. CT de las variedades injertadas mediante el método de púa japonés.

4.2.5.2 COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES ENSAYADAS (CT) EN INJERTO DE APROXIMACIÓN

El CT de las variedades ensayadas por el método de aproximación está comprendido entre 0,85 (V-6) y 0,64 (V-7) (Gráfico 10). Se establecen 3 grupos homogéneos respecto a este parámetro. El grupo que presenta un coeficiente significativamente mayor está integrado por las variedades V-6 y V-8, el grupo intermedio está compuesto por las variedades V-2, V-3, V-5, V-9, V-10 y V-11 y el grupo que presenta valores significativamente inferiores del CT está integrado por V-4 y V-7 con valores medios de 0,66 y 0,64 respectivamente.

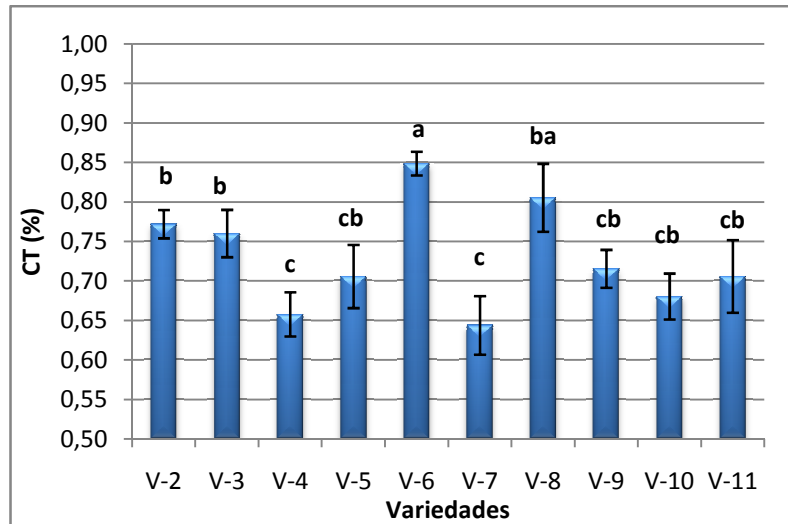


Gráfico 10. CT de las variedades injertadas mediante el método de aproximación.

Comparando las técnicas de injertado, los resultados mostraron que no existen diferencias significativas entre ambas técnicas evaluadas en las variedades V-3, V-7, V-9, V-10. Resultados similares fueron obtenidos por López-Elías *et al.* (2008), que comparando distintas técnica de injerto observaron que no existían diferencias apreciables. Otros resultados similares, obtenidos más recientemente por Khankahdani *et al.* (2012) revelan las escasas diferencias de éxito que existen entre ambas técnicas de injertado, haciendo incapié en el menor coste de la pinza empleada en el método de púa japonés.

En cambio, en las variedades que se detallan a continuación (Gráficos 11, 12, 13, 14 y 15) si se encuentra diferencias significativas de supervivencia del injerto preparado para el trasplante en función de la técnica de injerto utilizada. Resultados similares fueron obtenidos por Miguel (1997), Rojas y Riveros (2001) y López- Elías *et al.* (2005), quienes comparando diferentes técnicas de injerto observaron que con la técnica de aproximación se obtuvo la mayor sobrevivencia, y resultó menor al utilizar la técnica de púa.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

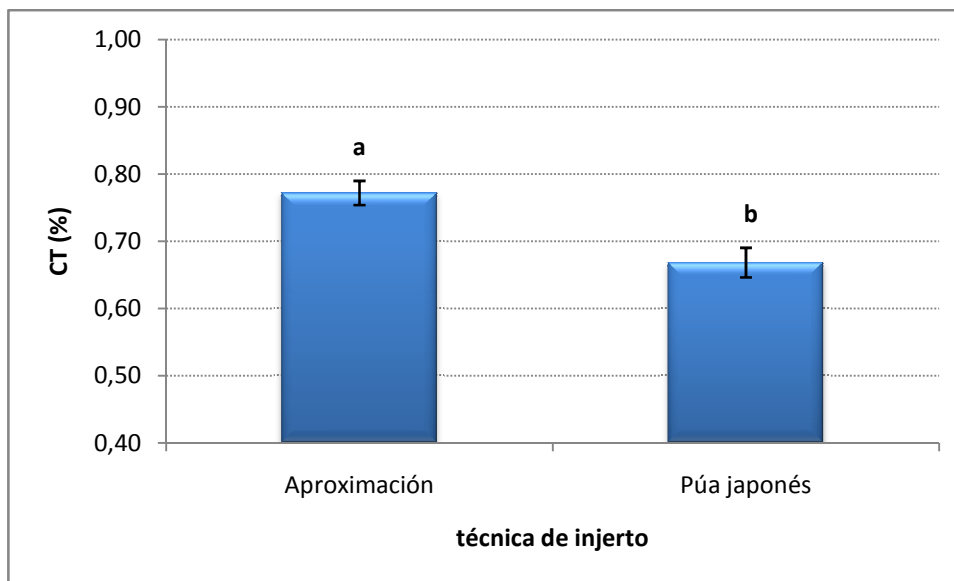


Gráfico 11. CT de la variedad V-2.

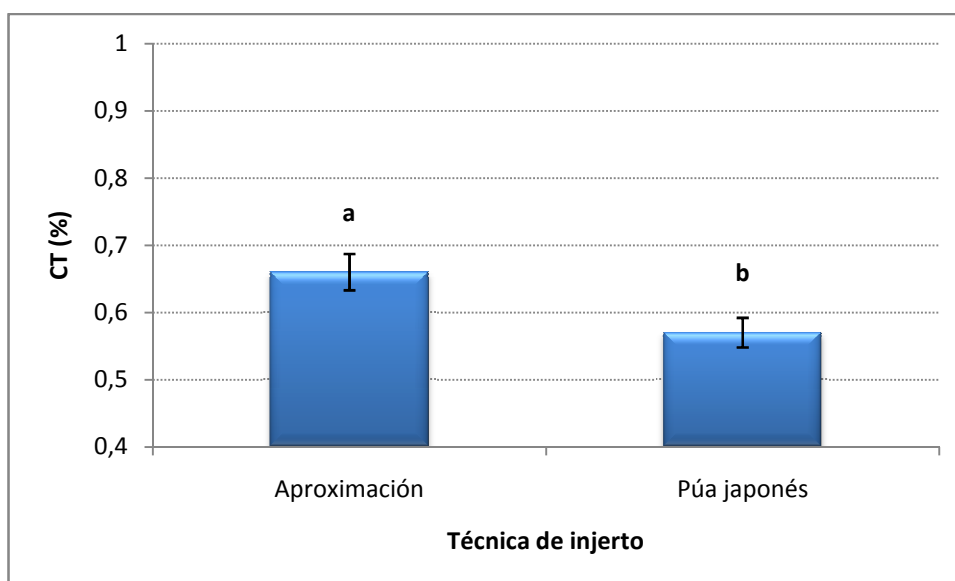


Gráfico 12. CT de la variedad V-4.

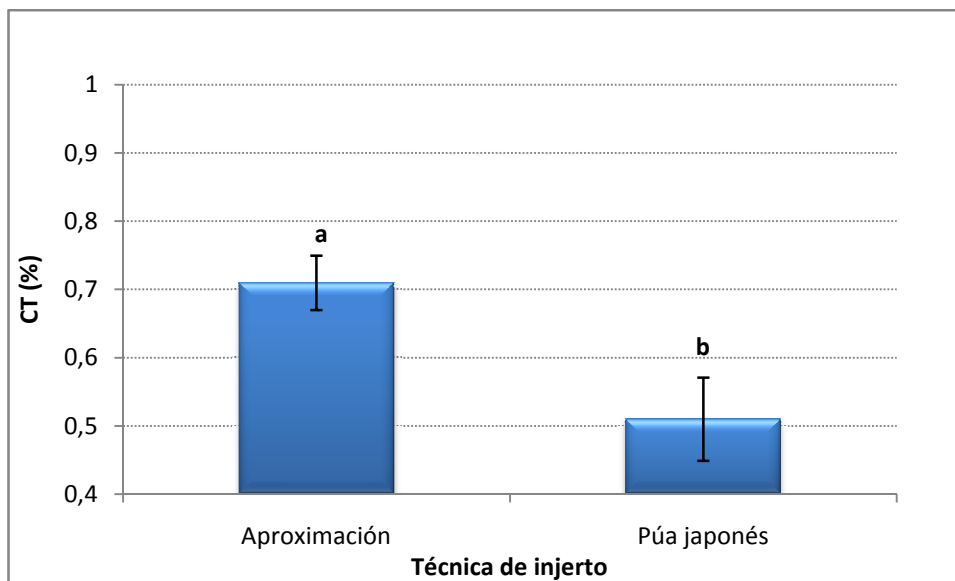


Gráfico 13: CT de la variedad V-5.

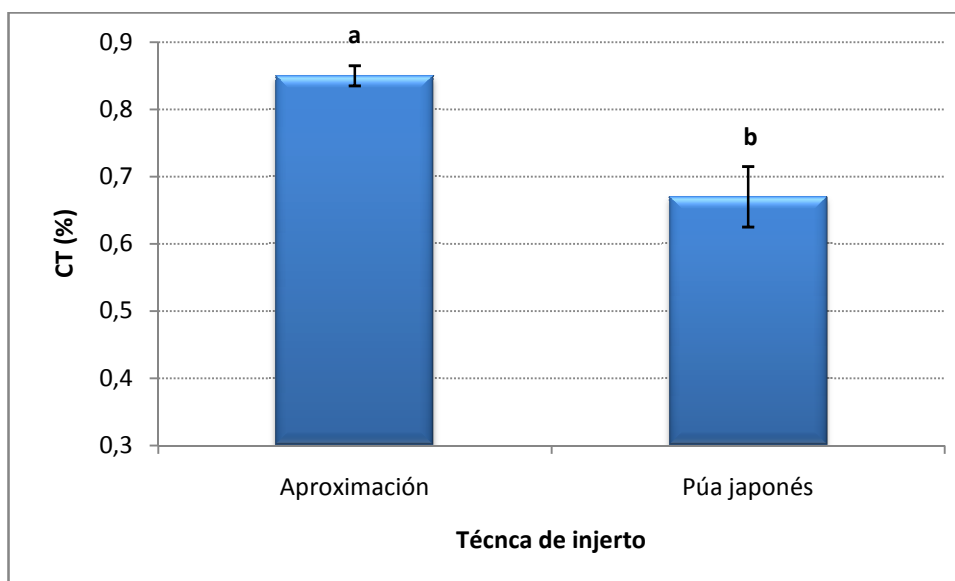


Gráfico 14. CT de la variedad V-6

4.3 ESTUDIO SEGÚN GENOTIPO

A continuación se presentan los datos clasificando las plántulas en su genotipo: diploide o triploide. Esta clasificación es muy importante porque ya como se ha citado

con anterioridad, la sandía triploide ha adquirido un importante valor comercial, y además, requiere de la diploide para una correcta polinización.

4.3.1 INFLUENCIA DEL GENOTIPO EN CG

Existe una diferencia importante entre la germinación de las variedades diploides y triploides (Gráfico 15). La peor germinación de la semilla triploide se debe a la genética de la semilla.

Según Aragão *et al.* (2006), en un estudio que comparaba germinación de sandía se mostraron resultados diferentes a los obtenidos en éste estudio. Mientras las variedades diploides tienen un CG del 95 %, sin grandes diferencias con los resultados obtenidos, las variedades triploides poseen un CG muy inferior, del 53 %. La gran diferencia en las variedades triploides es consecuencia de que las semillas analizadas en este estudio son comercializadas por casas de semillas mientras que las empleadas en el estudio realizado por Aragão *et al.* Se utilizaron semillas cruzando artesanalmente una variedad diploide con otra tetraploide.

Ahmad *et al.* (2013) coinciden en que las variedades diploides tienen un CG del 95 %. Al igual que Grange *et al.* (2003) el CG en las variedades triploides es inferior.

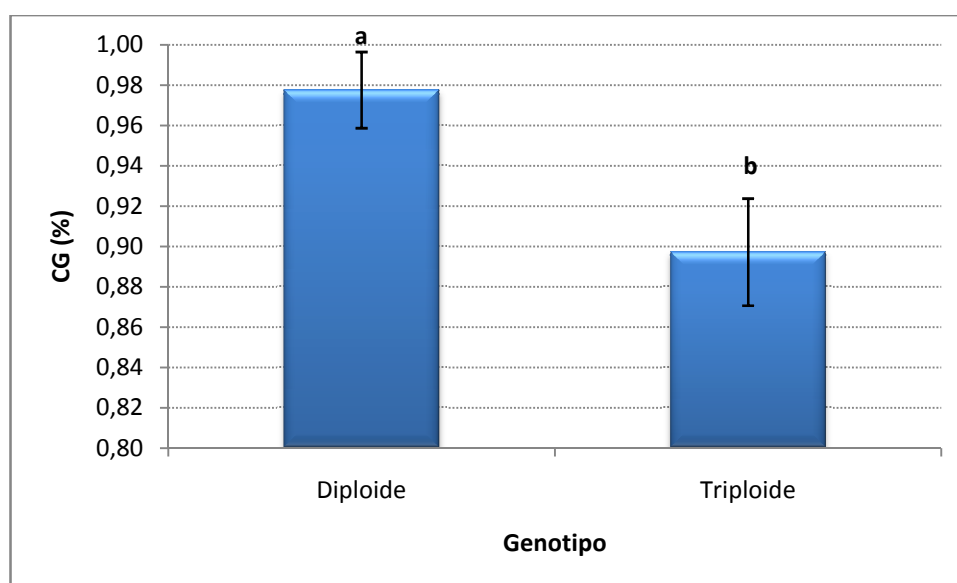


Gráfico 15. CG de sandía según genotipo.

4.3.2 INFLUENCIA DEL GENOTIPO EN CCIV

Mediante la técnica de púa japonés el CCIV es similar en ambos tipos de sandía, diploides y triploides (Gráfico 16).

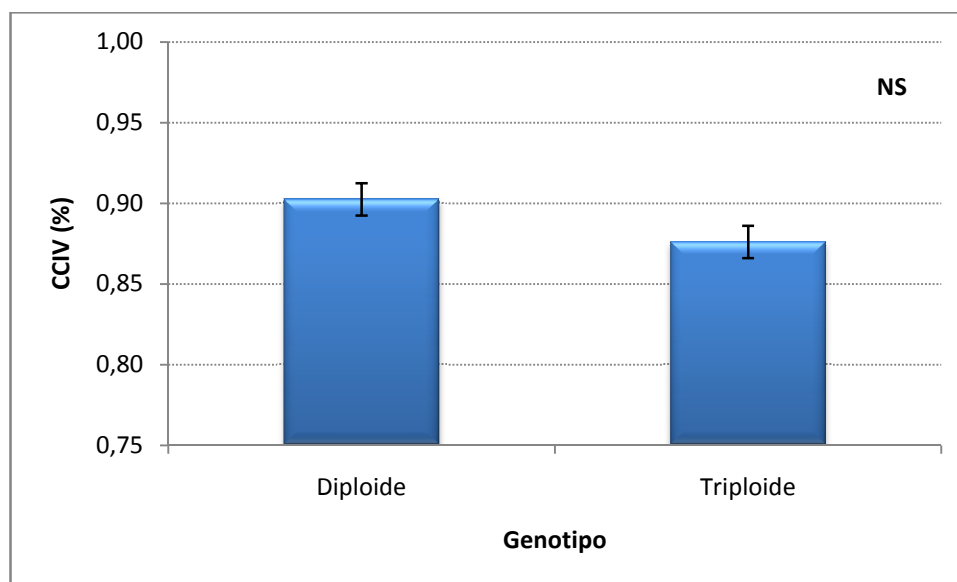


Gráfico 16. CCIV de plántulas injertadas mediante púa japonés según genotipo.

No existen diferencias significativas en el CCIV mediante la técnica de aproximación (Gráfico 17). Las pequeñas diferencias son consecuencia de la vigorosidad, que es algo mayor en las variedades diploides.

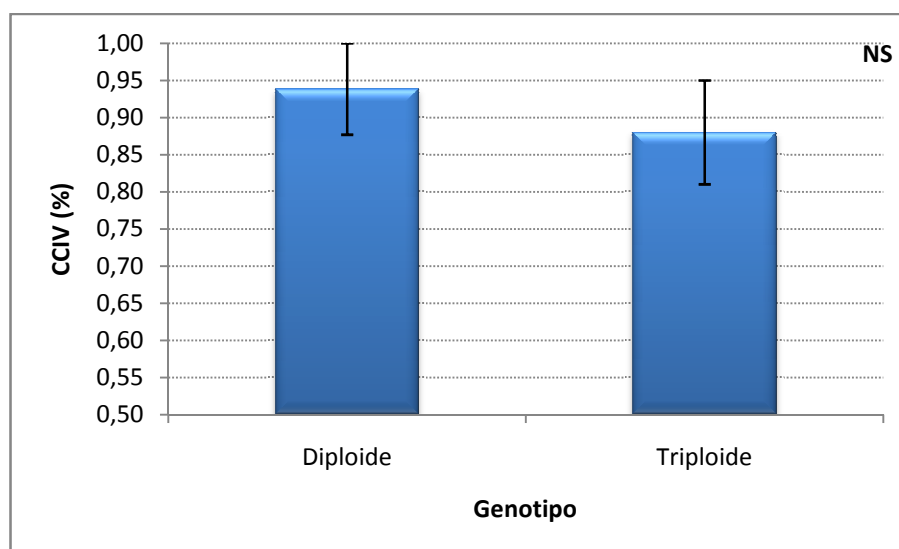


Gráfico 17. CCIV de plántulas injertadas mediante aproximación según genotipo.

4.3.2.1.1 INFLUENCIA DEL GENOTIPO EN CSI

El CSI de las plántulas injertadas mediante el método de púa japonés no presenta diferencias significativas entre sandías diploides y triploides (Gráfico 18).

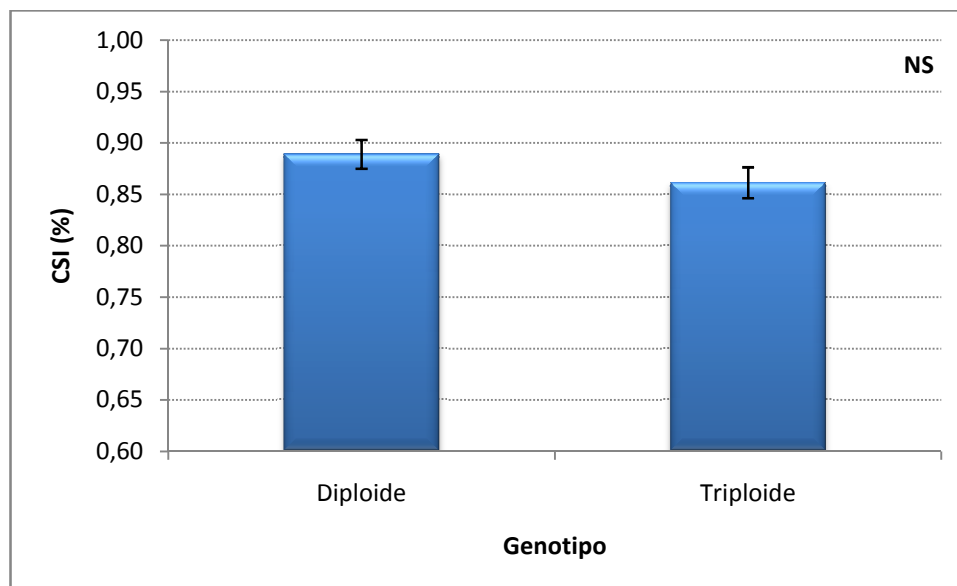


Gráfico 18. CSI de plántulas injertadas por el método de púa japonés según genotipo.

El CSI de las plántulas injertadas mediante el método de aproximación (Gráfico 19) no muestra diferencias según el genotipo. La supervivencia del injerto empleando el método de aproximación es del 100 % a causa de que el injerto es repicado directamente al formato final a continuación de ser injertado.

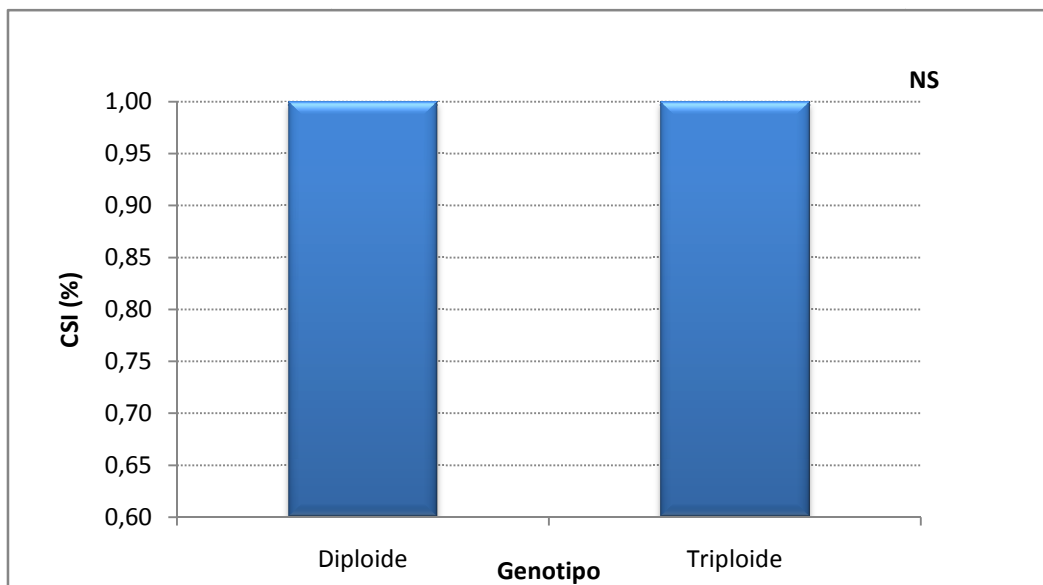


Gráfico 19. CSI de plántulas injertadas por el método de aproximación según genotipo.

4.3.2.1.2 INFLUENCIA DEL GENOTIPO EN CPV

Al hacer un análisis estadístico ($p < 0,05$) se hace patente que el CPV (Gráfico 20) no presenta diferencias dependiendo del genotipo de la sandía mediante púa japonés.

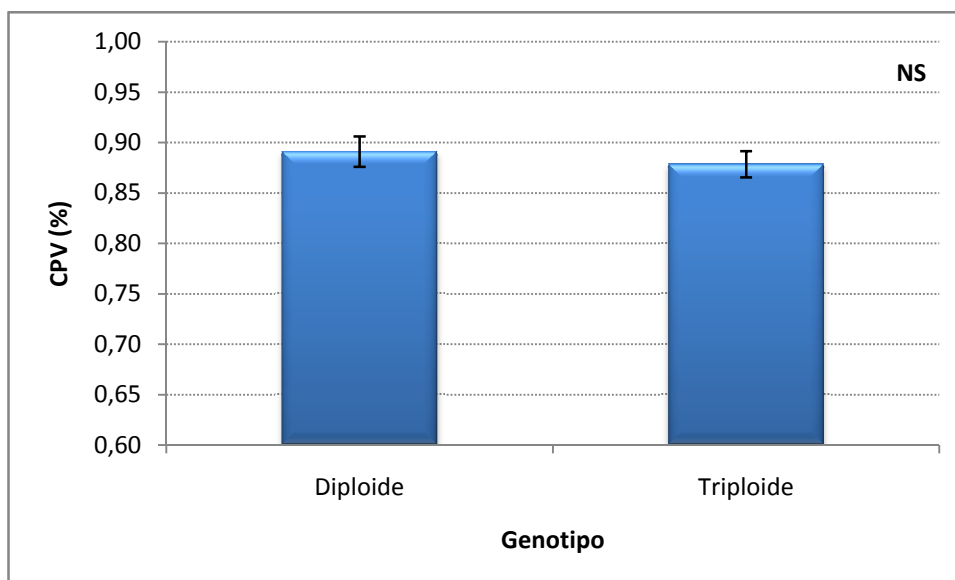


Gráfico 20. CPV de plántulas injertadas mediante púa japonés según genotipo.

El Gráfico 21 muestra que no existen diferencias significativas en el CPV diferenciando el genotipo para la sandía injertada mediante el método de aproximación.

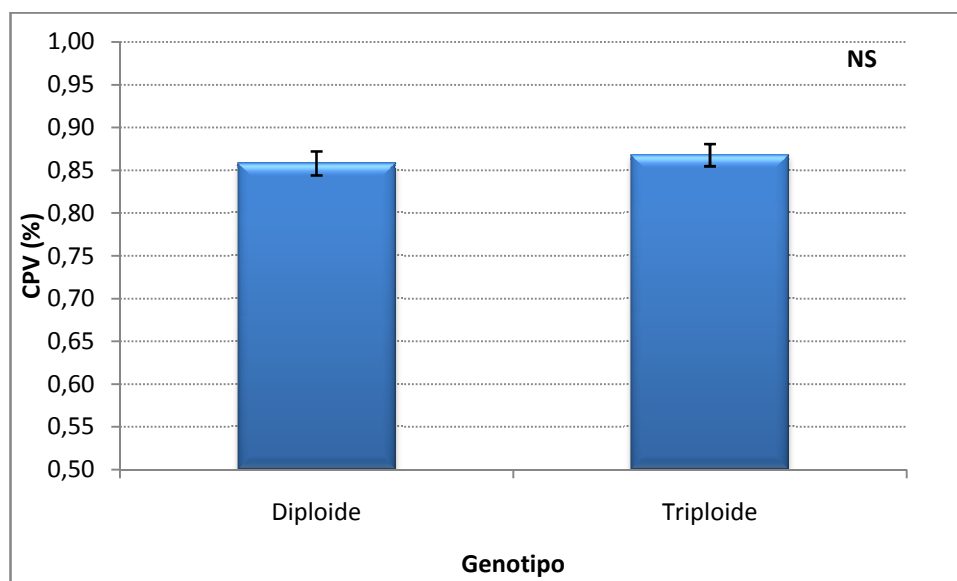


Gráfico 21. CPV de plántulas injertadas mediante aproximación según genotipo.

4.3.2.1.3 INFLUENCIA DEL GENOTIPO EN CT

El análisis estadístico ($p < 0,05$) muestra como no existen diferencias en el global del proceso productivo de plántula hortícola (CT) utilizando la técnica de púa japonés (Gráfico 22).

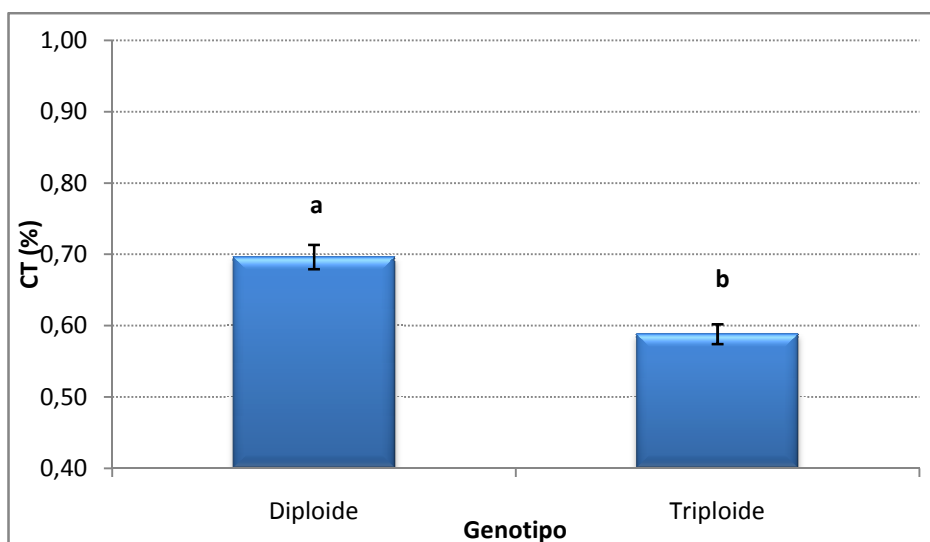


Gráfico 22. CT de plántulas injertadas mediante la técnica de púa japonés según genotipo.

Del mismo modo, el análisis estadístico ($p < 0,05$) aplicado a las variedades según el genotipo y la técnica de injerto realizada (aproximación) revela que el CT es similar para ambos genotipos (Gráfico 23).

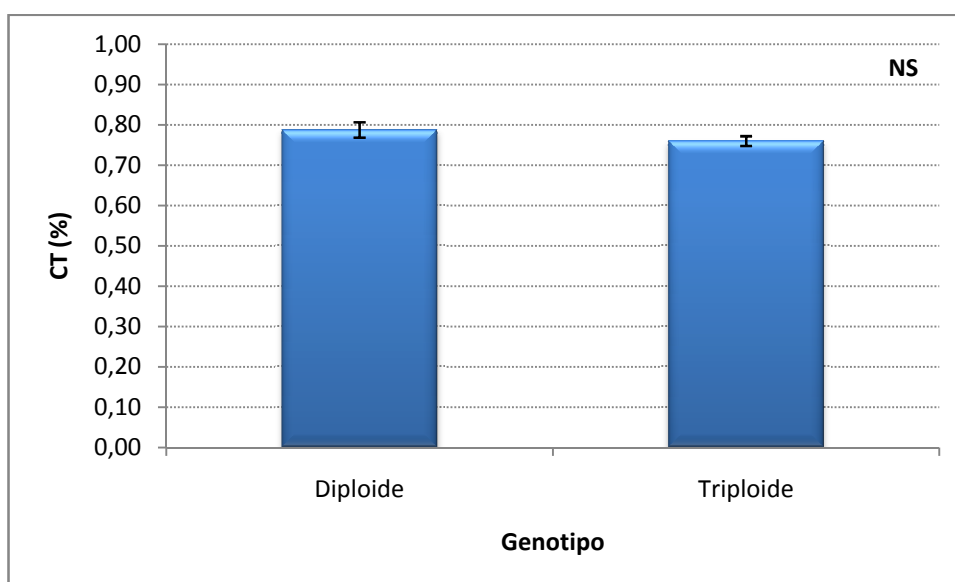


Gráfico 23. CT de plántulas injertadas mediante la técnica de aproximación según genotipo.

4.3.2.2 ESTUDIO SEGÚN SISTEMA DE CULTIVO

El análisis que se muestra a continuación clasifica el ensayo atendiendo al tipo de cultivo realizado, ecológico y convencional.

4.3.2.2.1 INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CG

No se aprecian diferencias significativas en la germinación (CG) de las variedades dependiendo del tipo de cultivo seleccionado (Gráfico 24). Cabe destacar que el error estándar es mayor en el sistema ecológico.

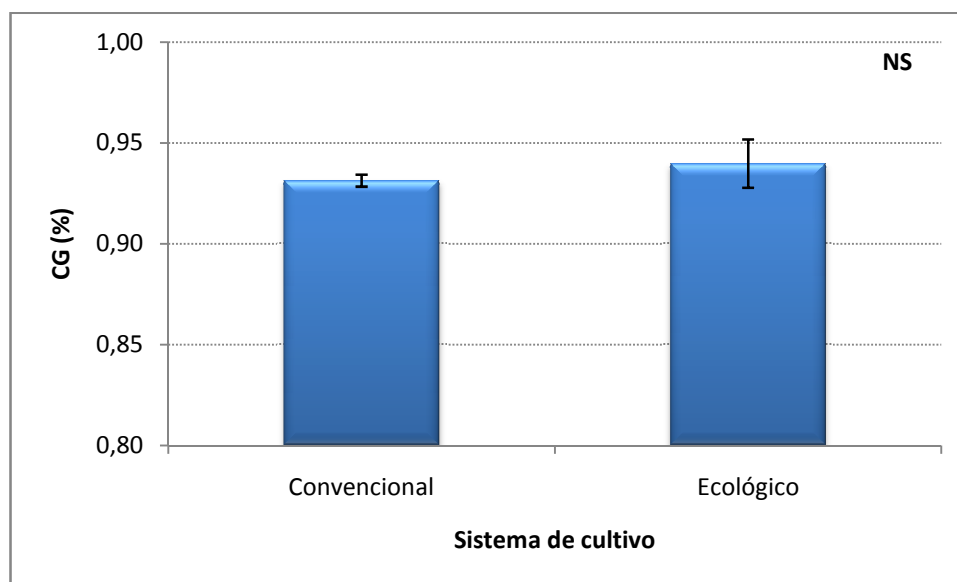


Gráfico 24. CG de las variedades ensayadas según sistema de cultivo.

4.3.2.2.2 INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CCIV

Se aprecian diferencias significativas en el CCIV de las plántulas injertadas mediante de púa japonés (Gráfico 25). Poseen un CCIV mayor aquellas plantas producidas como ecológicas.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

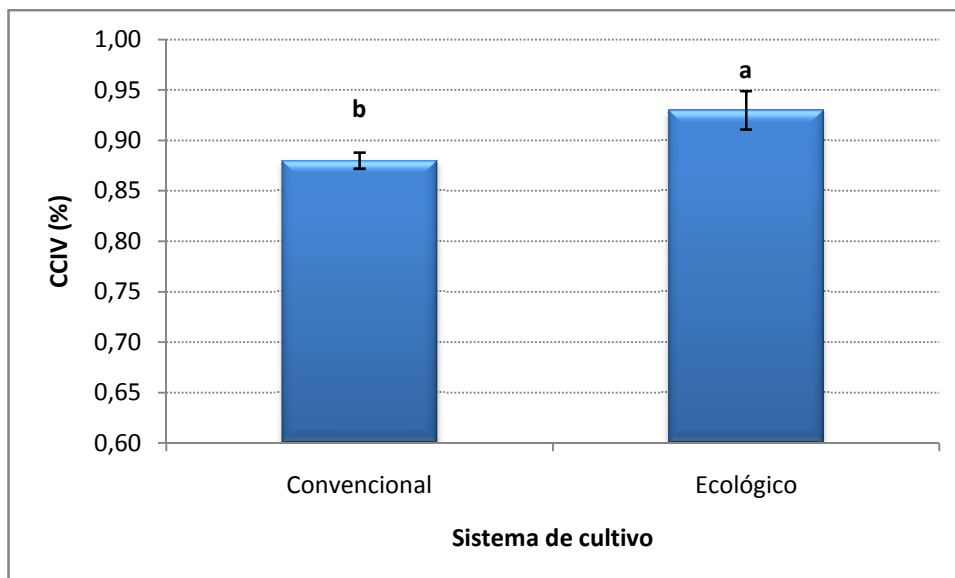


Gráfico 25. CCIV de plántulas injertadas mediante el método de púa japonés según sistema de cultivo.

No se aprecian diferencias significativas en el CCIV de las plántulas injertadas mediante aproximación (Gráfico 26).

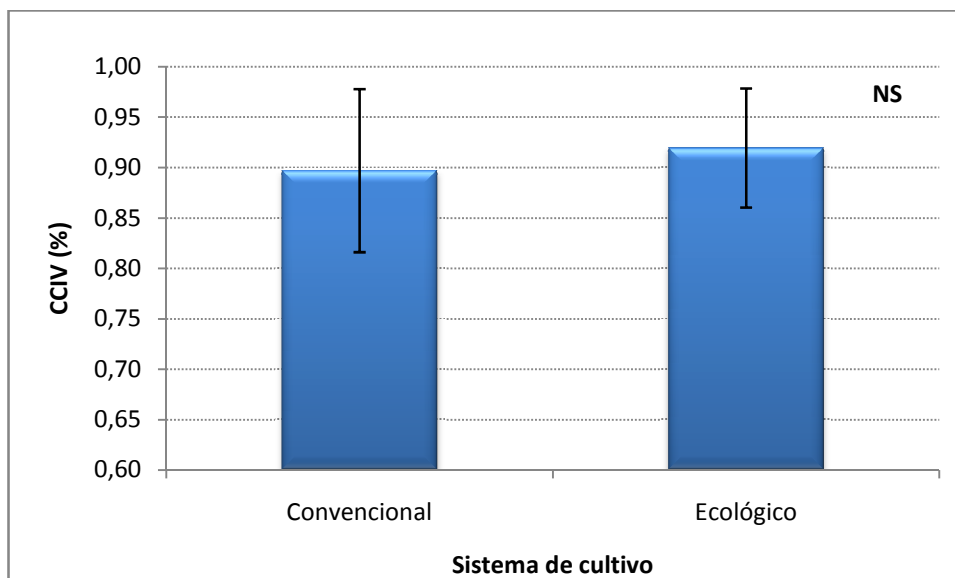


Gráfico 26. CCIV de plántulas injertadas mediante el método de aproximación según sistema de cultivo.

El análisis estadístico comparativo ($p < 0,05$) de las variedades que se utilizaron tanto en convencional como en ecológico reflejaron que no existen diferencias significativas en el CCIV del injerto utilizando un tipo u otro de cultivo.

4.3.2.2.3 INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CSI

El Gráfico 27 muestra diferencias significativas en el CSI de las plántulas injertadas mediante el método de púa japonés (Gráfico 27), aunque como podemos observar que a media es superior.

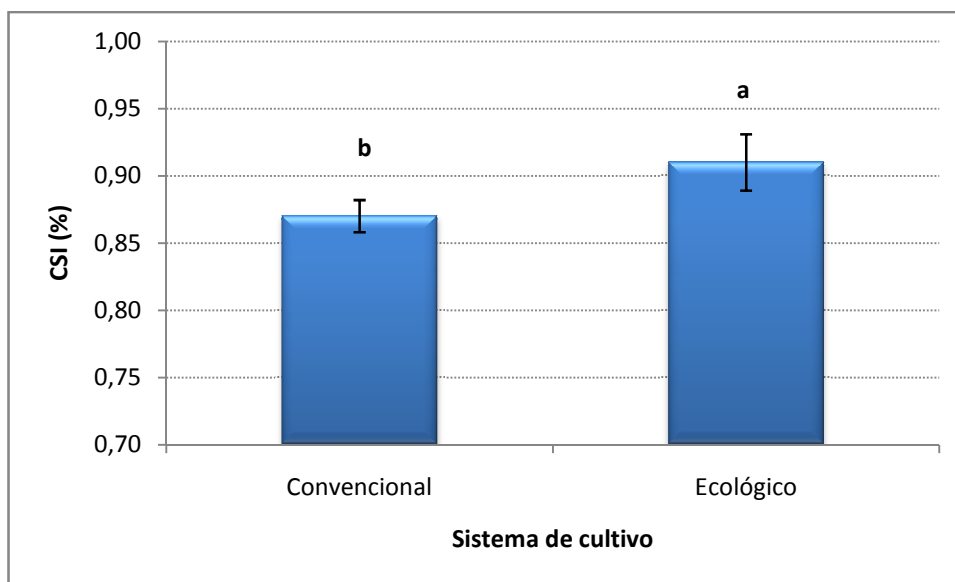


Gráfico 27. CSI de las variedades ensayadas aplicando el método de púa japonés según sistema de cultivo.

El Gráfico 28 muestra que no se aprecian diferencias significativas en el CSI de las plántulas injertadas mediante aproximación.

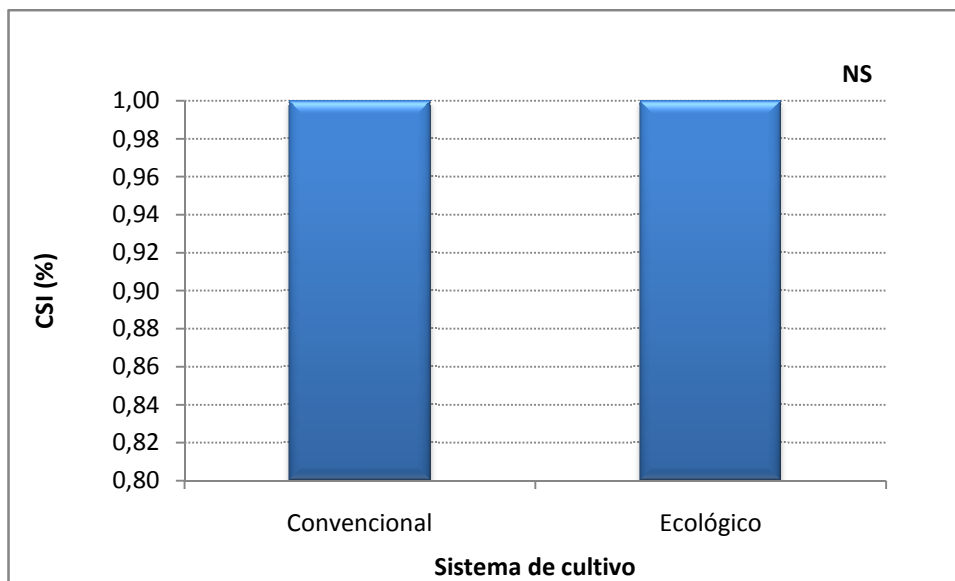


Gráfico 28. CSI de las variedades ensayadas aplicando el método de aproximación según sistema de cultivo.

El análisis estadístico comparativo ($p < 0,05$) de las variedades que se utilizaron tanto en sistema convencional como en ecológico, reflejaron que no existen diferencias significativas en la supervivencia del injerto utilizando un tipo u otro de cultivo.

4.3.2.2.4 INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CPV

El Gráfico 29 muestra las diferencias significativas en el CPV de las plántulas injertadas mediante púa japonés siendo el sistema ecológico el que ofrece mejores resultados.

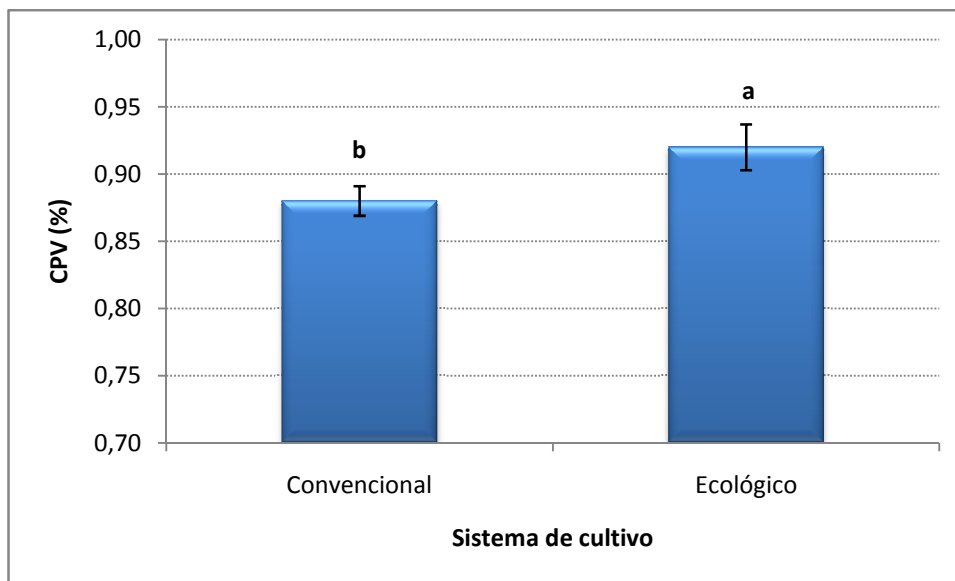


Gráfico 29. CPV de las variedades ensayadas aplicando el método de púa japonés según sistema de cultivo.

No se aprecian diferencias significativas en el CPV de las plántulas injertadas mediante aproximación (Gráfico 30), aunque el error estándar en el sistema ecológico es mayor.

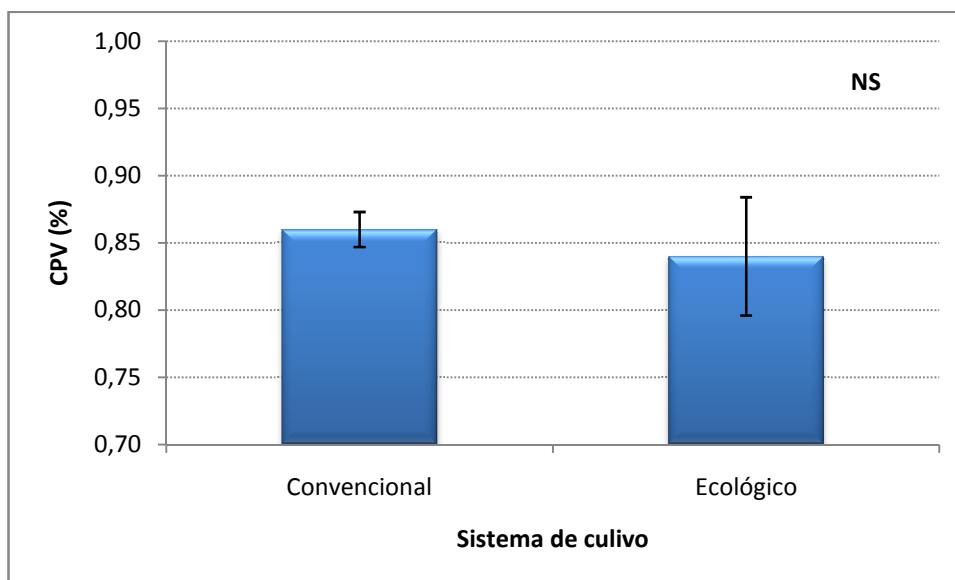


Gráfico 30. CPV de las variedades ensayadas aplicando el método de aproximación según sistema de cultivo.

Análisis de rendimiento en el proceso de producción de plántula injertada de sandía.

El análisis estadístico comparativo ($p < 0,05$) de las variedades que se utilizaron tanto en convencional como en ecológico reflejaron que no existen diferencias significativas en la preparación para la venta del injerto utilizando un tipo u otro de cultivo.

4.3.2.2.5 INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CT

El Gráfico 31 muestra las diferencias que existen en el CT dependiendo del tipo de cultivo empleado aplicando la técnica de púa japonés.

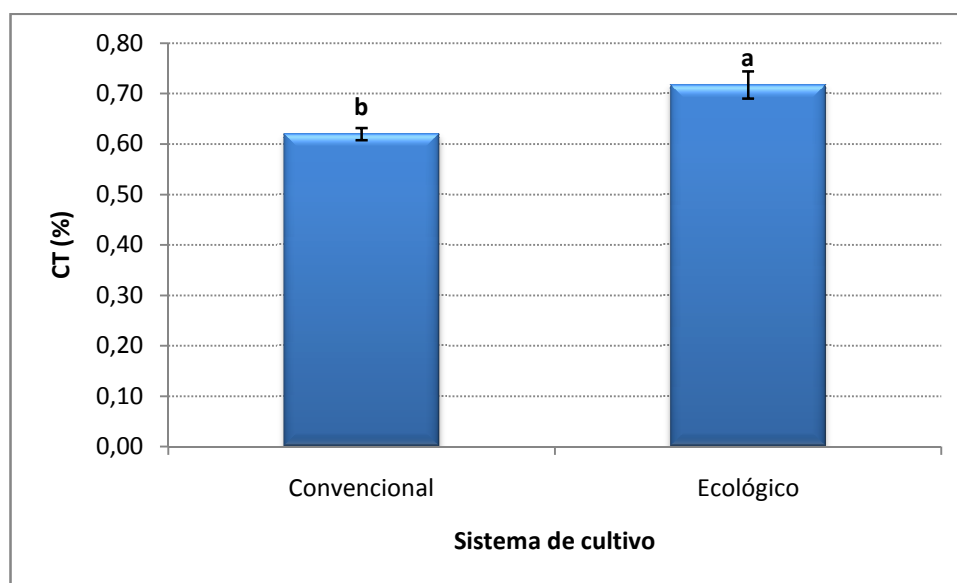


Gráfico 31. CT de las variedades ensayadas aplicando el método de púa japonés según sistema de cultivo.

El Gráfico 32 muestra que no existen grandes diferencias entre los 2 tipos de cultivo analizados utilizando el injerto de aproximación

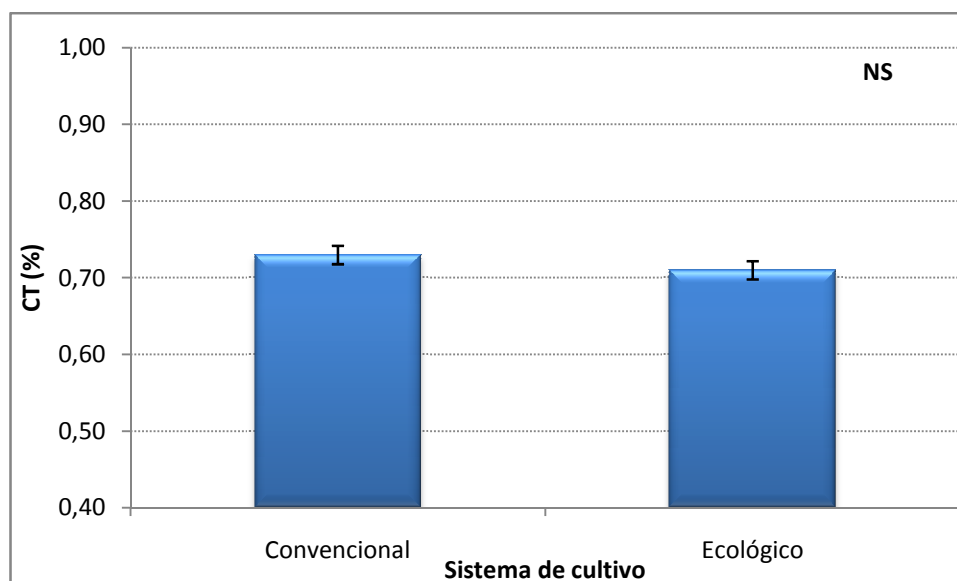


Gráfico 32. CT de las variedades ensayadas aplicando el método de aproximación según sistema de cultivo.

El análisis estadístico comparativo ($p < 0,05$) de las variedades que se utilizaron tanto en convencional como en ecológico reflejaron que no existen diferencias significativas en el total del proceso de producción utilizando un tipo u otro de cultivo.

Tabla 29. Valores de CG las en variedades ensayadas.

Variedad	CG
V-1	0,96±0,007
V-2	0,90±0,004
V-3	0,98±0,001
V-4	0,90±0,003
V-5	0,88±0,013
V-6	0,98±0,002
V-7	0,90±0,003
V-8	0,97±0,002
V-9	0,91±0,003
V-10	0,89±0,006
V-11	0,88±0,011

Tabla 30. Valores de CG en los patrones ensayados.

Patrón	CG
P-1	0,995±0,006
P-2	0,996±0,006
P-3	0,996±0,006
P-4	0,996±0,006

Tabla 31. Valores de los coeficientes mediante el método de púa japonés.

Variedad	CCIV	CSI	CPV	CT
V-1	0,90±0,028	0,91±0,027	0,92±0,024	0,72±0,035
V-2	0,90±0,025	0,94±0,015	0,89±0,022	0,67±0,022
V-3	0,91±0,012	0,89±0,020	0,89±0,016	0,71±0,018
V-4	0,87±0,017	0,83±0,026	0,88±0,021	0,57±0,022
V-5	0,84±0,050	0,78±0,052	0,90±0,057	0,51±0,062
V-6	0,88±0,027	0,87±0,033	0,89±0,036	0,67±0,045
V-7	0,88±0,021	0,86±0,036	0,85±0,036	0,57±0,032
V-9	0,91±0,005	0,83±0,055	0,93±0,0035	0,63±0,005
V-10	0,87±0,028	0,92±0,014	0,91±0,016	0,63±0,030

Tabla 32. Valores de los coeficientes mediante el método de aproximación.

Variedad	CCIV	CSI	CPV	CT
V-2	0,93±0,014	1±0,000	0,92±0,021	0,77±0,018
V-3	0,93±0,010	1±0,000	0,83±0,032	0,76±0,030
V-4	0,86±0,020	1±0,000	0,85±0,028	0,66±0,028
V-5	0,89±0,024	1±0,000	0,89±0,029	0,71±0,040
V-6	0,96±0,006	1±0,000	0,91±0,015	0,85±0,015
V-7	0,87±0,012	1±0,000	0,81±0,045	0,64±0,037
V-8	0,93±0,023	1±0,000	0,89±0,037	0,80±0,043
V-9	0,88±0,020	1±0,000	0,89±0,023	0,72±0,0024
V-10	0,87±0,016	1±0,000	0,88±0,032	0,68±0,029
V-11	0,86±0,044	1±0,000	0,93±0,013	0,71±0,046

5 CONCLUSIONES

- Los patrones presentan un coeficiente de germinación (CG) próximo a 1, por lo tanto no constituye un factor limitante del proceso de producción de plántula injertada de sandía.
- El CG entre variedades es un factor heterogéneo, encontrando variaciones del 10%.
- Las 2 técnicas de injerto ensayadas no presentan diferencias significativas en el rendimiento del proceso excepto V-2, V-4, V-5 y V-6 que presentan un rendimiento significativamente mayor mediante la aplicación de la técnica de aproximación.
- Los genotipos diploides presentan un mayor rendimiento frente a los triploides en el proceso de injertado mediante púa japonés que se relaciona fundamentalmente con su bajo coeficiente de germinación. Siendo similares bajo la técnica de aproximación.
- La producción ecológica de planta injertada de sandía presenta un rendimiento significativamente mayor en la producción de plántula injertada de sandía mediante la técnica de púa japonés debido al mayor rendimiento de las distintas fases del proceso: coeficiente de confección de injerto y vigorosidad, coeficiente de supervivencia del injerto y coeficiente de preparación para la venta.
- Los coeficientes estimados en este trabajo pueden ser de gran utilidad en la planificación del proceso de producción de plántula injertada de sandía.

6 BIBLIOGRAFÍA

Abad, M., Noguera, P., Noguera, V. y Segura, M.L. 1999. Los Sustratos para el Semillero Hortícola. En: Planteles, semilleros y viveros”. Ed. Vilarnau, A. y González, J. Ediciones de Horticultura. Reus, Tarragona. (9): 121-128.

Agrios, N. 1995. Fitopatología. Trad. Por Manuel Guzmán. 2ª ed. México. Noriega editores. 280-404.

Agroatlas.

http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Cucurbitae/Cucurbitae_Pseudomonas_syri_ngaе_pv_lachrymans/

Agrosiembra. http://www.agrosiembra.com/?NAME=r_c_description&c_id=226

Alejano, F. 2001. Prácticas de empresa en los semilleros Ejidoplant S.A.T. 4706: evaluación agronómica de diversas prácticas culturales en plantas hortícolas. 28-136.

Alarcón, A. y Egea, C. 1999. Fertirrigación en Planteles y Semilleros. En: Planteles, semilleros y viveros”. Ed. Vilarnau, A. y González, J. Ediciones de Horticultura. Reus, Tarragona.

Alvarado, A.N. 2011. Plagas y Enfermedades en hortalizas. <http://academic.uprm.edu/aalvarado>.

Avilés M. y Tello J.C. 2002 Control sanitario de los semilleros hortícolas. Revista Horticom, 10: 129-137.

Aznar Sánchez, J. A., Belmonte Ureña, L. J. y Bonillo Muñoz, D. 2009. Mercado de trabajo y población extranjera en Almería. El sector de la agricultura intensiva. Almería, Universidad de Almería.

Aznar, J.A. 2011. El *cluster* agroindustrial de la horticultura intensiva de Almería: surgimiento, dinámica y perspectivas, Cuadernos de estudios agroalimentarios, CEA02.

Barranco P. 2003. Dípteros de interés agronómico. Agromicidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. Entomología aplicada (IV). 2-3.

Bayer

http://www.bayercropscience.es/BCSWeb/www/BCS_ES_Internet.nsf/id/ES_Pythium_spp

http://www.bayercropscience.es/BCSWeb/www/BCS_ES_Internet.nsf/id/ES_Aculops_lycopersici?open&skey=ES_Tomate&ccm=100020

Bellón-Gómez D., Pérez-García A., De Vicente A. y Torés J.A. 2012. Control integrado del oidio de las cucurbitáceas. Vida Rural, Dossier Hortícolas en extensivo. 25-26.

Beltrá, R. y López, M.M., 1994. Mancha bacteriana. *Xanthomonas campestris* pv. *cucurbitae*. En (Díaz Ruiz, J.R.; García, J.) Enfermedades de las cucurbitáceas en España. Monografías de la SEF 1: 25.

Besnier, F. 1989. Semillas biología y tecnología, Ediciones Mundi Prensa, Madrid.

Burés, S. 1998. Introducción a los Sustratos. Aspectos Generales. En: “Pastor, J.N., 1998. Tecnología de sustratos aplicada a la viverística ornamental, hortícola y forestal”. Universidad de Lleida. Lleida.

Camacho F. y Fernández E. J. 2000. El cultivo de sandía apirena injertada bajo invernadero en el litoral mediterráneo español. Instituto la Rural. 9-118.

Camacho, F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. (1): 210-216, (2): 457-465.

Camacho F. 2008. Instalaciones de semilleros especializados en la cría de plantas hortícolas. Horticultura, Extra 2008. 62-68.

Cerdá, C., Camacho, F. 2005. Las estructuras de crianza de planta en los semilleros hortícolas. “El fin justifica los medios”. En: “Dirección Técnica de Semilleros Hortícolas. Curso Superior de Especialización”. Ed: Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. 51-72.

Carmona Chiara, E. y Abad Berjón, M. 2008. Aplicación del compost en viveros y semilleros. Compostaje. Ed: Mundi-Prensa. 397-424.

Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta de tomate. En: El cultivo de tomate. Nuez, F. ed. Mundi-Prensa, Bilbao, España, 43-91.

Cortez Latorre, J.D. 2011 “Control de *Pseudomonas syringae* pv. tomato con la aplicación de cuatro fungicidas cúpricos con pH regulado”. 50-55.

Cuadrado I., García M., Janssen D., Belmonte A., Pascual F., Segura M., Contreras J., Tellez M., Fernández M., Fernández L. y Guerrero L. 2009. Efecto del control físico sobre la incidencia de plagas y enfermedades en hortalizas. Producciones integrada y ecológica. IFAPA.

Dawson, R., Hollenstein, K y Locher, K. 2007. Uptake or extrusion : crystal structures of full ABC transporter suggest a common mechanism. Molecular Microbiology 65 (2): 250-257.

De la Torre, F., 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. 14 (2): 458-460

Del Castillo J.A., Uríbarri A., Sádaba S., Aguado G. y Sanz de Galdeano J. 2005. Manejo de semilleros. 1-7.

Durán J. M., Retamal N. y Moratíel R. 2009. Cuestiones relevantes, referidas al sector hortícola, para la definición de la política de seguros agrarios: situación actual y tendencias a corto y medio plazo. Centro de estudios e investigación para la gestión de riesgos agrarios y medioambientales. Universidad Politécnica de Madrid.

Ecuquímica. 2013. Cultivo de tomate de mesa. www.ecuquimica.com

Ecured http://www.ecured.cu/index.php/Mancha_bacteriana

http://www.ecured.cu/index.php/Peca_bacterina

Elizande, N.A., Hernández, J., Leyva, S.G., Nava, C., Sequeira, R.A., Fowler, G., y Magarey, R. 2010. Evaluación del Riesgo de *Acidovorax avenae* Subsp. *Citrulli* Asociada a Semilla de Sandía de Importación a México Risk Assessment of

Acidovorax avenae Subsp. *citrulli* Associated to Watermelon Seed Imported to Mexico. Revista mexicana de Fitopatología. 133-145.

Ellerbrock L.A. y Lorbeer, J.W. 1977. Epidemiology and management of botrytis leaf blight of onion and gray mold of strawberry: a comparative analysis. Canadian Journal of Plant Pathology. 12 (1): 100-110.

Elorrieta Jove, M. 2005. Enfermedades bacterianas y fúngicas relevantes en semilleros hortícolas. En: “Dirección Técnica De semilleros Hortícolas. Curso Superior de Especialización”. Ed: Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería: 269-290.

Entomofílico, 2010. <http://elhocino-adra.blogspot.com.es/2010/11/las-moscas-espiaridas.html>

Eppo

http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/bacteria/Acidovorax_citrulli.htm

http://www.eppo.int/QUARANTINE/bacteria/Xanthomonas-vesicatoria/XANTVE_ds.pdf

Falconi, C.; Orellana, H; Velastegui, J. y Gallegos, P. 2006. Vademécum Agrícola 2006. Ediform. Novena edición. Ecuador. 300.

Fernández Doménech, F. 2005. Control de clima en semillero. En “Dirección Técnica de Semilleros Hortícolas. Curso Superior de Especialización”. Ed: Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. 73-90.

Gázquez, L., Montero, J. 1995. II Jornadas sobre semillas y semilleros hortícolas. 9-149.

Gómez, J. 1993. Sanidad fúngica de los semilleros. Comunicación I+D agroalimentaria N° 1/93. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

Gómez, A.M. 1995. Estudio y desarrollo de un semillero: 26-29 Semilla, plantel y patrón, horticultura. 8.

González-Lavaut, J.A., Montes de Oca-Rojas, Y. María Isabel Domínguez-Mesa, M.I. 2007. Breve reseña de la especie *Solanum melongena* L. Revista cubana de plantas medicinales. 12 (3).

Guzmán J.M. 2002. Acondicionamiento nutritivo en semilleros y respuestas postrasplante en hortalizas. 2º simposio Nacional de Horticultura. Conferencias y cursos sobre nutrición de cultivos hortícolas. X.

Ganchegui Ganchegui I. 2010. Estudio y desarrollo de un vivero hortícola para el autoabastecimiento de comunidades infantiles vulnerables (Bushbucridge, Mpumalanga, Sudáfrica). Universidad de Navarra. 26-29.

Guerrero F. y Masaguer A. 1997. Los sustratos en los semilleros hortícolas. Vida Rural. 1-4.

Gil Muñoz, N. 2005. Bandejas de semillero. En: “Dirección Técnica de Semilleros Hortícolas. Curso Superior de Especialización”. Ed: Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. 225-239.

González J.A., Pérez J. y Tello J.C. 1998. Alternativas al bromuro de metilo en agricultura. Ed: Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Almería.

Gómez J. 1993. Sanidad fúngica de los semilleros Col.: Comunicación I+D Agroalimentaria Nº1/93. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

Guzmán J.M. 2002. 2º simposio Nacional de Horticultura. Conferencias y cursos sobre nutrición de cultivos hortícolas. X. Acondicionamiento nutritivo en semilleros y respuestas postrasplante en hortalizas.

Hartmann H.T. y Kester, D.E. 1994. “Propagación de plantas”. Cia. Edit. Continental, México.

Huertas, L. 2006., Control ambiental en el vivero. Viveros II, Extra 2006. Horticom. 77.

Huitrón, M. V., Díaz, M. y Camacho, F. 2005. Efecto de diversos porta-injertos sobre la producción y calidad de sandía triploide cv. Reina de Corazones.

Junta de Andalucía.

http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/export/sites/default/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/agricultura-ganaderia/agricultura/Sanidad-Vegetal/Clavibacter_michiganensis_spp_michiganensis.pdf

http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/sostenibilidad/04_sistemas_produccion_sostenibles/01_lucha_biologica/01_ventajas_control_biologico_plagas/

Kubota, C. 1999. One cotyledon grafting method. The University of Arizona.
<http://cals.arizona.edu/grafting/content/one-cotyledon-method-cucurbitsslides>

Latin, R.X., y Hopkins, D.L. 1995. Bacterial fruit blotch of watermelon: The hypothetical exam question becomes reality. Plant Disease 79:761-765.

Lazareb, A.M. 2009. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye- Bacterial Spot of Tomato.
http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Lycopersici/Lycopersici_Xanthomonas_campestris_pv_vesicatoria/

Lazareb, A.M. 2009. *Xanthomonas campestris* pv. *cucurbitae* (Bryan) Dye - Bacterial Leaf Spot of Cucurbits.
http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Cucurbitae/Cucurbitae_Xanthomonas_campestris_pv_cucurbitae/

Leite, C. 2005. Las mallas en el context del proyecto de un vivero. Viveros I, Extra 2005. Horticom. 66-74.

Lodovica, M., Gilardi, G. y Sanna, M., 2009. Garibaldi Epidemiology of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* on tomato.

López-Aparicio, D. 2005. Estructuración y dinámica de un semillero hortícola. En: Dirección Técnica de Semilleros Hortícolas. Curso Superior de Especialización”. Ed: Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería.

López, J. 2010. Injerto en Hortalizas, 2010. Injertodehortalizas.blogspot.com.es

Louvet, J. 1974. L'utilisation du greffage en culture maraichere. P.H.M nº 172.

M.A.G.R.A.M.A

Maroto, J.V. 1996. Botánica, fisiología y adaptabilidad de la sandía. Cultivo de la sandía. Fundación Caja Rural de Valencia.

Martínez, A. 2006. Los viveros productores de plantel. Viveros II, Extra 2006. Horticom. 8-14.

Martínez, E., Barrios G., Rovesti L. y Santos R. 2006. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Cuba.

Mendiola M. 2009. Plantas de interés agroalimentario. Universidad Politécnica de Madrid.

Miguel, A. 1997. Injerto de hortalizas. Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, Valencia, España. 84- 88.

García, M. 2006. Plagas. (6):53-57.

Matallana, A. y Montero, J.I. 1995. Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación. Ed. Mundi-Prensa. 207 pp.

Montserrat, J. 2005. Viveros I, Extra 2005. Horticom. 82.

Neergaard, P. 1988: Inactivation of inoculums by ageing during storage. Seed Pathology, Ed. Macmillan Press, Houndmills, Basingstoke, Hampshire and London. (I y II) 590. Burkholder, 1945

Okimura, M., Matsuo, S., Arai, K y Okitsu, S. 1986. “Influence of soil temperature on the growth of fruiting vegetables grafted on different rootstocks”. Bull. of Veg. and Orn. Crops Res. Stat. Kurume, nº 9.

Passoti P. P, Neri C. M. Trentini L., Landini V. 2002. Mezzi tecnici necessari Contenitori, substrati di coltivazione, sementi: la diversa combinazione di queste materie prime consente di mettere a punto soluzioni svariate, in funzione della specie, delle richieste di mercato, delle risorse investibili Il Divulgatore n.6/2002 Vivaismo orticolo Sicurezza all'origine. 3-5.

Pina Lorca, J.A. 2008. Propagación de plantas. Editorial de la UPV.

Rick, C.M. 1978. El tomate: investigación y ciencia nº 25: 45-55

Rodríguez Moran J.M. 2010. Comportamiento agronómico del melón tradicional injertado sobre calabaza en cultivo ecológico. Estación experimental agraria (IVIA) Elche (Alicante).

Thorat, S., Inamdar, V., Bhor, P., Nandre, D., Rajput, H., Ambad, S. y Hendre, P., 2011. Resource Book on Horticulture Nursery Management. National Agricultural Innovation Project, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi - 110012. 17-21.

Sáez, E., Cuadrado, I. y Janssen, D. 2005. Enfermedades víricas relevantes en semillero. En: Dirección Técnica de Semilleros Hortícolas. Curso Superior de Especialización”. Ed: Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería: 291-311.

Serna, J.S. y García F. 2008. Horticom Viveros III.

Serrano, Z. 2006. Cultivo de la berenjena. Hojas divulgadoras.

Syngenta. www.syngenta.com

<http://www.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/pimiento/plagas/Paginas/nematodos.aspx>

Smith, I.M. 2004. Data Sheets on Quarantine Pests *Xanthomonas vesicatoria*. 3

Tendero D. 2006. La ventilación natural y su ventilación en invernaderos. Revista de la horticultura. 198: 26-30.

Valentini G. Guiolin A., Da Cruz J. y Meirelles J. 2010. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*: etiologia, detecção e medidas de controle. Instituto de Melhoramento e Genética Molecular. Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina.

Valera D.L, Molina D.D. Peña A y Honoré M.N. 2002. Los semilleros para cultivos hortícolas en invernadero. Vida rural Dossier Expo Almería. 1-6.

Van Vaerenbergh, J., Chauveau, J.F. Franken, A.A. J. M. 1993. An indirect immunofluorescence plating assay for *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 23 (in preparation).

Welles, G.W.H. 1989. Agronomic techniques for seedling growing in Dutch vegetables glasshouse industry. 1° Convegno Nazionale "II Vivaimso Orticolo". Foggia. 221-235.

Wikipedia

http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_lycopersicum

http://es.wikipedia.org/wiki/Cucumis_melo

https://es.wikipedia.org/wiki/Foeniculum_vulgare